

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Теплоенергетичний факультет

Кафедра теоретичної і промислової теплотехніки

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Г.Б.Варламов
(підпис)

“ _____ ” _____ 2019 р.

**Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра**

з напрямку підготовки 6.050601 Теплоенергетика (спеціальності 144 Теплоенергетика)

на тему: «Модернізація теплотехнічного обладнання підприємства «Агробізнес»
в місті Ромни Сумської області»

Виконав : студент IV курсу, групи ТП - 51

Олійник Богдан Валерійович _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Керівник доцент, к. т. н. Гавриш А. С. _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант з охорони праці доцент, к. т. н. Каштанов С.Ф. _____
(назва розділу) (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2019 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Факультет Теплоенергетичний

Кафедра Теоретичної і промислової теплотехніки

Рівень вищої освіти - перший (бакалаврський)

Напрямок підготовки 6.050601 «Теплоенергетика»

(Спеціальність 144 «Теплоенергетика»)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Г.Б.Варламов

(підпис)

«___» _____ 2019 р.

**ЗАВДАННЯ
на дипломний проект студенту**

Олійнику Богдану Валерійовичу _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту «Модернізація теплотехнічного обладнання підприємства
«Агробізнес» в місті Ромни Сумської області» _____

керівник проекту Гавриш Андрій Сергійович доцент, к. т. н. _____ ,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «___» _____ 2019 р. № _____

2. Термін подання студентом проекту 18.06.2019 р.

3. Вихідні дані до проекту . Розрахунок проводився для 3-х характерних
режимів з відповідною зовнішнього повітря в м. Ромни, Сумської облас-
ті: максимально-зимового (-28 ° C); середньої температури найбільш
холодного місяця (-16 ° C); період; річного. Також була виконана заміна
пластинчатого теплообмінника на кожухопластинчатий який був
призначений для нагрівання 30-% розчину КОН від 25 °C до 40 °C маслом з
початковою температурою 10 °C. _____

4. Зміст пояснювальної записки _____

1 Опис і розрахунок теплової схеми котельні

2 Вибір водо підготовчого обладнання

3 Розрахунок і вибір допоміжного обладнання

4 Паливопостачання котельні

5 Виробництво гумінових добрив

6 Охорона праці

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо) _____

1 Креслення теплова схема А1 _____

2 Креслення опалювальна котельня та компоновка обладнання А1 _____

3 креслення газорегулятора установка (ГРУ) _____

6. Консультанти розділів проекту*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
охорона праці	Каштанов С.Ф., доцент		

7. Дата видачі завдання 21.04.2019 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Опис і розрахунок теплової схеми котельні	26.04.2019	
2	Вибір водо підготовчого обладнання	30.04.2019	
3	Розрахунок і вибір допоміжного обладнання	05.05.2019	
4	Паливопостачання котельні	14.05.2019	
5	Розрахунок теплообмінника	22.05.2019	
6	Вибір допоміжного обладнання	01.06.2019	
7	Оформлення графічного матеріалу	13.06.2019	
8	Оформлення пояснювальної записки	18.06.2019	

Студент _____
(підпис)

Б. В. Олійник
(ініціали, прізвище)

Керівник проекту _____

А. С. Гавриш

(підпис)

(ініціали, прізвище)

Пояснювальна записка до дипломного проекту

на тему: «Модернізація теплотехнічного обладнання підприємства «Агробізнес» в
місті Ромни Сумської області»

Київ – 2019 року

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	ТП 51 01 02 ПЗ	Пояснювальна записка	68	
3	A1	ТП 51 01 02 001ТМК	Теплова схема котельні	1	
4	A1	ТП 51 01 02 002ТМК	Компоновка обладнання (план на відм. 3,600)	1	
5	A1	ТП 51 01 02 002ТМК	Компоновка обладнання (розрізи А-А, Б-Б)	1	
.	
		<i>і т. ін. (це як приклад)</i>			
7	A2	ТП 51 01 02 ТМК.С	Специфікація	4	

				ТП 51 01 02		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Студент				Відомість дипломного проекту	Аркуш	Аркушів
Керівн.						1
Консульт.	-				КПІ ім. Ігоря Сікорського, ТПТ, Гр. ТП – 51	
Н.контр.	Боженко					
Зав.каф.	Варламов					

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, скорочень, термінів.....	9
Вступ.....	14
1 Опис і розрахунок теплової схеми котельні	16
1.1 Короткий опис котельного агрегату ДКВР-6,5-13.....	16
1.2 Опис теплової схеми котельні.	18
1.3 Розрахунок теплової схеми котельні.....	20
1.4 Вибір числа котлів, які встановлюються.....	29
2 Вибір водо підготовчого обладнання	30
2.1 Вибір деаератора	30
2.2 Розрахунок та вибір насосів для котлоагрегатів.....	33
2.3 Вибір живильних насосів.....	35
2.4 Вибір конденсатних насосів.....	37
3 Розрахунок і вибір допоміжного обладнання	39
3.1 Вибір теплообмінників	39
4 Паливостачання котельні.....	43
4.1 Опис газорегулюючої установки (ГРУ).....	43
4.2 Склад і функції обладнання (ГРУ)	43
5 Вироблення гумінових добрив	46
5.1 Технології та пристрої для виробництва гумінових добрив з торфа.....	46
5.2 Схема отримання баластного гумату калія.....	46
5.3 Розрахунок теплообмінного апарату для схеми отримання гумітів калія.....	49
6 Охорона праці	59
6.1 Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки експлуатації теплотехнічного обладнання	59
6.2 Технічні рішення та заходи з гігієни праці та виробничої санітарії.....	62
6.3 Пожежна безпека	66
Висновки.....	68
Перелік посилань	69

					ТП 51 61 012 ПЗ		
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата			
Студент.		Олійник Б.В			Вдосконалення теплотехнічного обладнання фірми «Агробізнес» в місті Ромни Сумської області Пояснювальна записка	Літ.	Арк.
Керівник		Гавриш А. С.					7
П.контроль						НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», ТЕФ, кафедра ТПТ	
Н. контроль		Боженко М Ф					
Зав.каф		Варламов Г.Б.					

Додатки

Додаток А

Акт впровадження результатів роботи ДПБ

Додаток Б

Перевірка дипломного проекту на антиплагіат

					ТП 51 61 012 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

Умовні позначення

Q – тепловий потік, кількість теплоти;

k – коефіцієнт теплопередачі;

F – площа поверхні;

Δt – температурний перепад;

t – температура;

L – довжина;

V – об'єм;

G – витрата;

m – кратність повітрообміну;

ρ – густина;

c – теплоємність;

ω – швидкість;

f – площа поперечного перерізу каналу;

d – діаметр трубопроводу.

Індекси

Нижні:

о – опалення;

макс – максимальний;

сер – середній;

вн – внутрішній;

р – розрахункова;

річн – річна;

п – повітря;

гв – гаряча вода;

хв – холодна вода;

зовн – зовнішній;

сист – система;

вит – витікання;

м.п – мережевий підігрівник;

					ТП 51 61 012 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

в.к – водогрійний котел;

пер – перепуск;

рец – рециркуляція;

зав – завантаження;

м – мережа;

мн – мережний насос;

в – вода;

тр – трубопроводи.

Верхні:

л – літній період;

тах – максимальний;

в.п – власні потреби;

гв – гаряча вода;

в – відпуск;

ном – номінальна;

д – дійсна;

м – мережа.

Скорочення

ГВП – гаряче водопостачання;

ТОА – теплообмінний апарат;

ХВО – хімічна водо підготовка;

ККД – коефіцієнт корисної дії

					ТП 51 61 012 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

АНОТАЦІЯ

Дипломний проект першого (бакалаврського) рівня вищої освіти на тему: «Модернізація теплотехнічного обладнання підприємства «Агробізнес» в місті Ромни Сумської області . пояснювальна записка на 69 с., 17 рис., 13 табл.; креслень – 3 арк. ф. А1.

Мета проекту – вдосконалення теплотехнічного обладнання на підприємстві Агробізнес в місті Ромни Сумської області за рахунок виконання теплотехнічних розрахунків і підбору теплотехнічного обладнання для виробничої котельні.

Використані методики теплових та гідравлічних розрахунків теплоенергетичного обладнання.

Наведені результати розрахунків відпустку тепла від котельні повинен здійснюватися як у вигляді пари, так і у вигляді гарячої води. Також був наведений розрахунок теплової схеми, що дозволив визначити сумарну продуктивність котельної установки при декількох режимах її роботи. Розрахунок проводився для 3-х характерних режимів з відповідною зовнішнього повітря в м. Ромни, Сумської області: максимально-зимового (-28°C); середньої температури найбільш холодного місяця (-16°C); річного.

Були визначені потужності, які витрачаються на власні потреби котельні та покриття втрат в котельні і теплових мережах. Для забезпечення необхідної паропроодуктивності приймаємо до установки чотири котла типу ДКВР-6,5-13ГМ

На кресленнях наведені теплова схема , компоновка котельні та кожухопластинчастий теплообмінник

Ключові слова :кожухопластинчастий теплообмінник, виробничо-опалювальна котельня, гумат калія, деаератор ,котлоагрегат ,бак конденсату.

SUMMARY

Diploma project of the first (Bachelor) level of higher education on the topic: "Improvement of heat engineering equipment at the enterprise «Agrobusiness» in the city of Romny, Sumy region explanatory note for 69 p., 17 figures, 13 tables; drawings - 3 ark.f. A1

The purpose of the project is to improve the heat engineering equipment at the Agrobusiness in the city of Romny, Sumy region, through the implementation of heat engineering calculations and the selection of heat engineering equipment for the production boiler-house.

Used methods of thermal and hydraulic calculations of heat and power equipment.

The given results of calculations of holiday of heat from a boiler house should be carried out both in the form of steam, and in the form of hot water. Also, the calculation of the thermal circuit was given, which allowed to determine the total productivity boiler plant in several modes of its operation. The calculation was made for 3 characteristic regimes with the corresponding external air in the city of Romny, Sumy region: maximum-winter (-28°C); the average temperature for the heating period (-3.5°C); year old.

Were determined the capacities spent on the own needs of the boiler house and covering losses in the boiler house and heating networks. To ensure the required steam output, we accept the installation of four boilers of the type DKVR-6,5-13ГМ

The drawings show the thermal circuit, the boiler room arrangement and the shell-plate heat exchanger

Key words: casing-plate heat exchanger, production and heating boiler house, potassium humate, deaerator, boiler unit, condensate tank

					ТП 51 61 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект первого (бакалаврской) уровня высшего образования на тему: «Модернизация теплотехнического оборудования на предприятии «Агробизнес» в городе Ромны Сумской области пояснительная записка на 69 с., 17 рис., 13 табл. ; чертежей - 3 арк.ф. А1.

Цель проекта - совершенствование теплотехнического оборудования на предприятии Агробизнес в городе Ромны Сумской области за счет выполнения теплотехнических расчетов и подбора теплотехнического оборудования для производственной котельной.

Использованные методики тепловых и гидравлических расчетов теплоэнергетического оборудования.

Приведенные результаты расчетов отпуск тепла от котельной должен осуществляться как в виде пара, так и в виде горячей воды. Также был приведен расчет тепловой схемы, позволил определить суммарную производительность котельной установки при нескольких режимах ее работы. Расчет проводился для 3-х характерных режимов с соответствующей наружного воздуха в г.. Ромны, Сумской области: максимально-зимнего (-28°C); летнего.

Были определены мощности, которые тратятся на собственные нужды котельной и покрытия потерь в котельной и тепловых сетях. Для обеспечения необходимой паропроизводительности принимаем к установке четыре котла типа ДКВР-6,5-13ГМ

На чертежах приведены тепловая схема, компоновка котельной и кожухопластинчатый теплообменник

Ключевые слова: кожухопластинчатый теплообменник, производственно-отопительная котельная, гумат калия, деаэратор, котлоагрегат, бак конденсата

					ТП 51 61 012 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Інтенсифікація технологічних процесів є одним з найважливіших завдань промисловості наряду з заощадженням сировини та палива. Цього можна досягнути створюючи технології та технологічні процеси, при яких весь потік сировини та всі енергетичні ресурси повністю, чи з максимальною повнотою використовуються у виробництві продукції.

Деякі галузі промисловості характеризуються високою тепловитратою, тому необхідно створювати більш економічні установки. Теплообмінні процеси мають велике значення в сільському господарстві, хімічній, харчовій, нафтопереробній, металургійній та інших галузях промисловості, тому в них теплообмінні апарати складають значну частку технологічного обладнання. Так, їх питома вага на підприємствах сільського господарства складає близько 15–18 %, а в нафтохімії – 50 %.

Слід враховувати, що в традиційних теплообмінниках зварні пластини прямокутної форми (конструкція чотирьох зварних кутових з'єднань) мають незадовільну характеристику внаслідок низького опору до втоми, викликаного високою температурою і тиском, і не ідеальні для застосування. Кутове зварювання дуже часто призводить до поширення тріщин, що в результаті вимагає зупинки установки і незапланованого ремонту.

Отже, ця конструкція може бути замінена більш надійними кожухопластинчастими теплообмінниками для підвищення надійності і довговічності. Сучасний кожухопластинчастий теплообмінник являє собою рішення, яке поєднує конструкцію традиційного кожухотрубного теплообмінника і деякі деталі з обмеженнями кутового з'єднання пластин. Таке поєднання конструкції забезпечує термічну ефективність і компактність теплообмінника з каркасно-пластинчастою системою. Хоча можливість керування тиском і температурою теплоносіїв вимагає, навпаки, застосування кожухотрубного теплообмінника.

Хороший опір до температурної втоми і втоми до тиску робить кожухопластинчасті теплообмінники поза конкуренцією перед іншими зварними технологіями. Випробування також довели можливість роботи кожухопластинчатих теплообмінників в умовах різних рідин, газів, парів і двофазних сумішей. Компактна конструкція дає можливість легкого доступу при дуже високій температурі і невеликих обсягах, забезпечує швидкі запуск і зупинку при змінах процесу. З термічної точки зору конструкція кожухопластинчатого теплообмінника дуже добре пристосована для суміші пара / рідина.

					ТП 51 61 012 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В даний час активний розвиток отримує вживання в сільському господарстві екологічно чистих органічних і органо-мінеральних добрив. Серед них найбільш ефективним є використання гумінових добрив, що отримуються з торфу..

Як відомо, в Україні виявлено і розвідано 1562 торф'яних родовища із загальними запасами 1853 млн. тонн, а загальна їх площа становить 639,5 тис. га. Близько 96% торф'яних ресурсів України належить до низького типу, 1,8% – верхового, 1,6% – перехідному і 0,6% – змішаному. Найбільші ресурси торфу зосереджені в північних регіонах країни (на Поліссі) – Волинській, Рівненській, Сумській, Чернігівській та Житомирській областях. На їх території виявлено і розвідано 1056 родовищ, запаси яких складають 1160 млн. тонн.

Проте виробництво високоякісних гумінових добрив стримується з ряду причин, однією з невирішених проблем є відсутність в країні промислового випуску спеціалізованого устаткування для їх виробництва на основі інноваційних технологій.

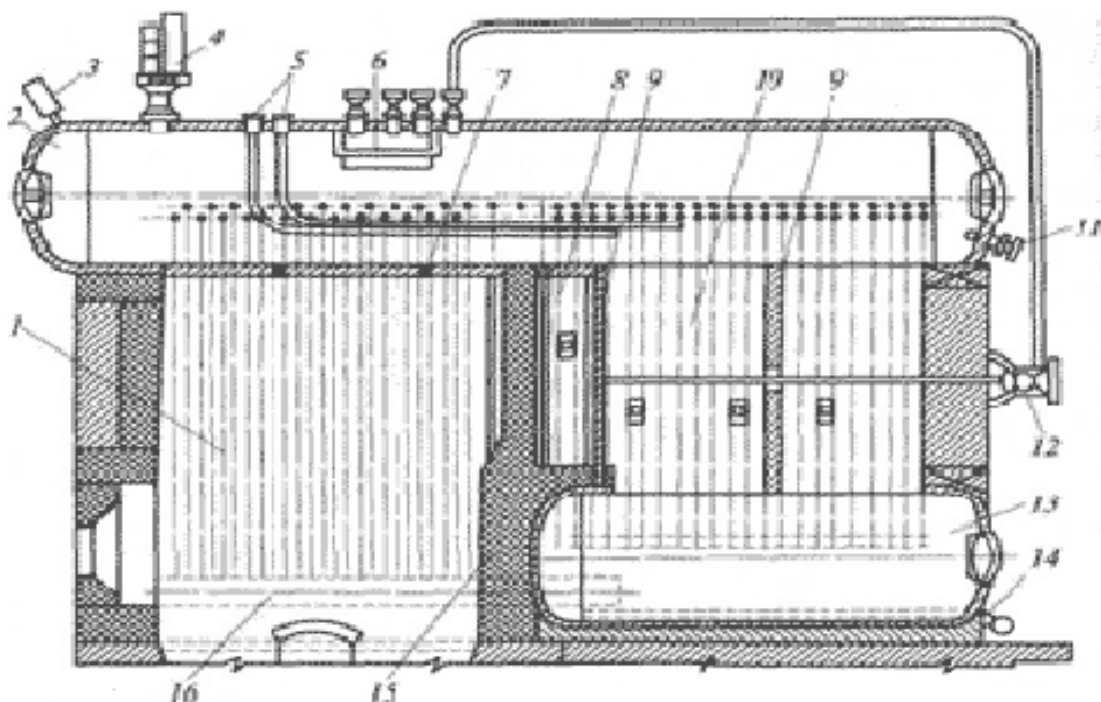
Тому проведення наукових досліджень по розробці і впровадженню спеціалізованого устаткування для виробництва гумінових добрив з торфу і на їх основі комплексних є сучасною актуальною науковою проблемою, що вимагає рішення.

					ТП 51 61 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

1 ОПИС І РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВОЇ СХЕМИ КОТЕЛЬНОЇ

1. Короткий опис котельного агрегату ДКВР-6,5-13

Дуже часто відпустку тепла від котельні повинен здійснюватися як у вигляді пари, так і у вигляді гарячої води. При цьому співвідношення між розрахунковими видатками тепла в парі і в гарячій воді може коливатися в широких межах. У тих випадках, коли переважає відпуск пара, котельні, як правило, обладнуються тільки паровими котлами. При цьому може бути забезпечена однотипність і взаємне резервування всіх встановлених котлів, а також виходить найпростіша схема відпустки тепла. Ця схема з відпусткою тепла тільки в парі або у вигляді гарячої води



1-топкова камера; 2-верхній барабан; 3-манометр; 4-запобіжний клапан; 5-живлячі трубопроводи; 6-сепараційний пристрій; 7-легкоплавка пробка; 8-камера догорання; 9-перегородка; 10-кип'ятильні пучок труб; 11-трубопровід безперервної продувки; 12-обдувочной пристрій; 13-нижній барабан; 14-трубопровід періодичної продувки; 15-цегляна стіна; 16-колектор.

Рисунок 1.1 - Паровий котел ДКВР-6,5-13

Вертикально-водотрубні опалювальні котли типу ДКВР (рис 1.1) призначені для вироблення насиченого і перегрітого пара з температурою 250, 370 і 440 ° С, мають кілька типорозмірів в залежності від робочого тиску пари 1,4; 2,4; 3,9 МПа і номінальною паропроодуктивністю 2,5; 4; 6,5; 10; 20; 35 т / год. [3]. Оскільки при закритій системі

					ТП 51 61 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

водяних теплових мереж витрата води на підживлення мереж незначна, то в схемі немає сенсу виділяти окремі деаератори для підживлювальної води мереж і живильної води для котлів. У схемі деаерація води для обох цілей здійснюється в загальному атмосферному деаераторі

Живляча вода подається в паровий опалювальний котел ДКВР за двома перфорованими (з бічними отворами) живильним трубопроводам 5 в верхній барабан. За опускним трубами вода з барабана опалювального котла надходить в колектори 16, а по бічним екранним трубах пароводяна суміш піднімається в верхній барабан, утворюючи таким чином два контури природної циркуляції. Третій контур циркуляції утворюють верхній і нижній барабани котла і кип'ятильний пучок. Опускними трубами цього контуру є труби, які найменше обігріваються .

Вода по опускним трубам опалювального котла надходить з верхнього барабана в нижній, а пароводяна суміш по іншим трубам котельного пучка, які мають підвищене теплове навантаження, підіймається в верхній барабан. У верхньому барабані котла відбувається поділ пароводяної суміші на пар і воду. Для зниження вмісту солі і вологості пари в верхньому барабані встановлено сепараційний пристрій 6 з жалюзями із дірчастого листа, вони вловлюють краплі які уносяться з парою котельної води. При необхідності виробництва перегрітої пари пароперегрівача встановлюють після другого або третього ряду труб кип'ятильні пучка, замінюючи частину його труб. Для опалювальних котлів з тиском 1,4 МПа і перегрівом 225 ... 250 °С пароперегрівач виконують з однієї вертикальної петлі, а для котлів тиском 2,4 МПа - з декількох петель труб Ø32 x 3 мм

На верхньому барабані опалювального котла встановлений манометр 3, запобіжні клапани 4, є патрубок для відбору пари на власні потреби, парозапірний вентиль. Для захисту обмуровки та газоходів від руйнування і запобігання можливих вибухів опалювального котла. В верхніх частинах топки і кип'ятильні пучка розташовані вибухові запобіжні клапани. Для очищення зовнішніх поверхонь труб від забруднень котел обладнують обдувальним пристроєм 12 . Обдування виконується парою

Розглянутий опалювальний котел не має каркаса, трубно-барабанна система його розміщується на опорній рамі, з допомогою якої парової опалювальний котел ДКВР кріпиться до фундаменту.

Таблиця 1.1 - Основні характеристики котла ДКВР-6,5-13ГМ

Позначення	Одиниці	Значення природний газ /мазут
Номинальна паропроductивність	т/год	6,5
Надлишковий тиск пари	МПа	1,3
Температура перегрітого пара	°C	194
Температура живильної води	°C	100
Розрахунковий ККД	%	87
Габарити компоновки (LxBxH)	мм	8526x4695x5170
Маса по компоновки,	кг	11447

Всі опалювальні котли типу ДКВР і особливо з підвищеним робочим тиском працюють на хімічно очищеній і деаерованій воді. При спалюванні газу і мазуту ККД цих котлів 90%.

1.2 Опис теплової схеми котельні

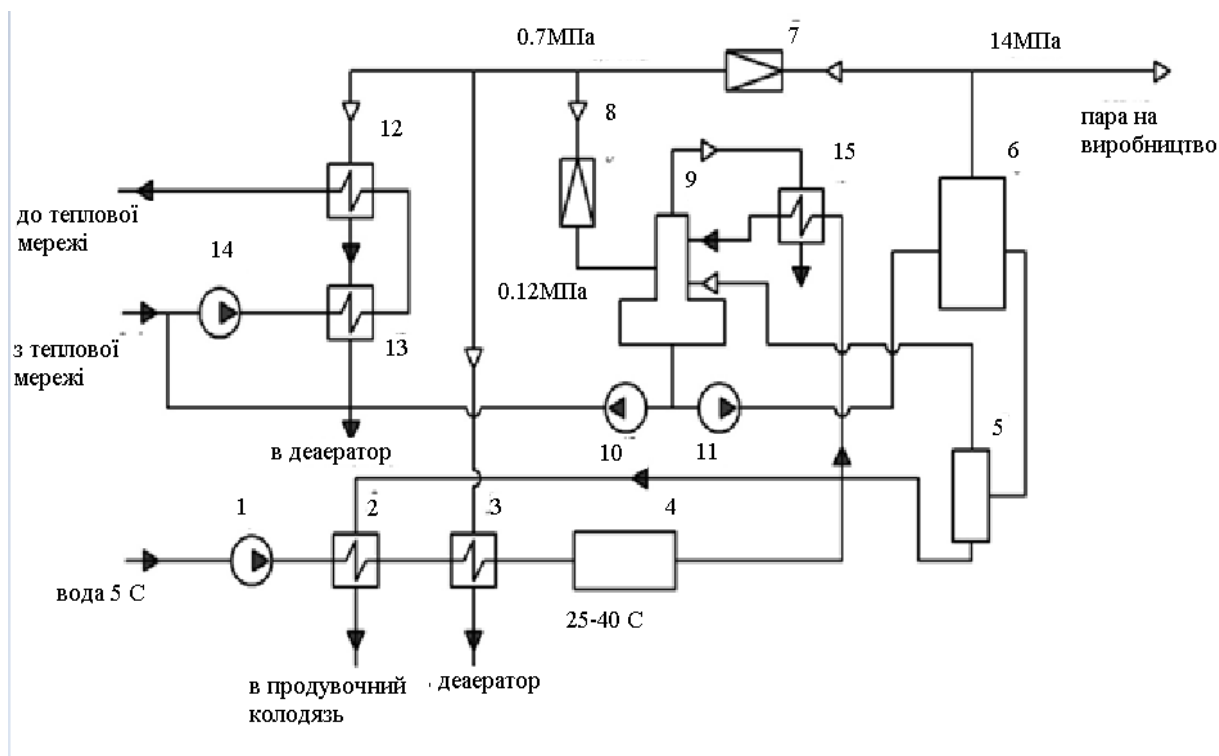
Вода потрапляє до системи з температурою 5 °C. Насосом 1 подається в теплообмінник 2, в якому нагрівається залишкової водою, яка забруднена солями, вода надходить з сепаратора безперервної продувки (СБП) 5. Потім, підігріта вода потрапляє в теплообмінник 3, де нагрівається паром до температури 25-40 ° C. Нагрівання до такої температури необхідне для забезпечення більш ефективної роботи катіонітних фільтрів і запобігання конденсації водяної пари на трубах і устаткуванні хімводоочищення. Далі, вода надходить на хімводоочищення 4, де відбувається пом'якшення води (видалення солей Ca і Mg). Хімічно оброблена вода надходить в деаератор 9, в якому з води видаляються корозійно-активні гази (O₂, CO₂). Частина води з деаератора живильним

					ТП 51 61 012 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

насосом 11 подається в паровий котел 6, інша частина підживлюючим насосом 10 направляється на підживлення теплової мережі

Паровий котел 6 виробляє пар з тиском 1,4 МПа, рис.(1.2) частина якого без зниження тиску подається на виробництво. Інша частина пара використовується для підігріву води, яка подається в системи опалення, вентиляції, гарячого водопостачання і для власних потреб котельні (підігрів води перед ХВО, деаерація).

Так як пароводяні теплообмінники за умовою міцності розраховані на тиск ≤ 1 МПа, тиск пара перед ними знижується редукційним клапаном 7 до рівня 0,7 МПа. [5]. Деаератор атмосферного типу працює при тиску 0,12 МПа, яке підтримується редукційним клапаном



1-водяний насос ; 2-охолоджувач безперервної продувки; 3-підігрівач сирі води; 4-хімводоочищення; 5-сепаратор безперервної продувки; 6-паровий котел; 7,8-редуктор тиску; 9-деаератор; 10-підживлюючий насос; 11-живильний насос; 12-мережевий підігрівач; 13-охолоджувач конденсату; 14-мережевий насос; 15-охолоджувач випару

Рисунок 1.2- Принципова теплова схема виробничо-опалювальної котельні

Підігрів мережної води здійснюється наступним чином: Вода з зворотного трубопроводу теплової мережі насосом 14 подається в водо-водяний теплообмінник 13, в

якому нагрівається конденсатом з пароводяного теплообмінника 12, а потім в теплообмінник 12, де нагрівається паром до необхідної температури $\sim 130 - 150^{\circ}\text{C}$

Для використання теплоти продувочної води в котельні встановлюють сепаратор безперервної продувки (СБП) 5. Вода надходить в СБП з тиском, що дорівнює робочому тиску в котлі (1,4МПа), в сепараторі тиск знижується до рівня 0,15МПа, що призводить до скипання води і поділу її на пару вторинного скипання і залишкову, забруднену солями воду. Пар вторинного скипання подається в деаератор, а залишкова вода надходить в теплообмінник 2, де підігріває вихідну воду, а потім скидається в продувний колодязь.

Для використання теплоти випару з деаератора, встановлюється охолоджувач випару 15, який підігріває воду яка надходить в деаератор

1.3 Розрахунок теплової схеми котельні

Основними цілями розрахунку теплової схеми котельні є:

- визначення загальних теплових навантажень, що складаються з зовнішніх навантажень і витрати пари на власні потреби і втрат,
- визначення всіх теплових і масових потоків необхідних для вибору обладнання,
- визначення вихідних даних для подальших техніко-економічних розрахунків (річних виробок тепла, палива і т.д.).

Розрахунок теплової схеми дозволяє визначити сумарну продуктивність котельні установки при декількох режимах її роботи. Розрахунок проводиться для 3-х характерних режимів з відповідною зовнішнього повітря в м. Ромни, Сумської області [1].

1. максимально-зимового (-28°C),
2. середньої температури найбільш холодного місяця (-16°C),
3. річного.

Таблиця 1.2 - Задані максимальні теплові навантаження котельної установки.

Вид теплового навантаження	Розрахункові теплові навантаження		характеристика теплоносія
	Зима	Літо	
Опалення і вентиляція, ГДж/год	16	-	Вода 130/70°C
Гаряче водопостачання, ГДж/год	8	8	Вода 130/70°C
Пар на технологічні потреби т/год	9	9	Пара 1,4МПа

Виходячи із заданих теплових навантажень на опалення, табл.(1.2) вентиляцію та гаряче водопостачання для всіх характерних режимів визначаються,

$$Q_{o.v.} = Q_{o.v.}^{розр.} \cdot \frac{t_{в.н.}^{розр.} - t_{н.в.}}{t_{в.н.}^{розр.} - t_o^{розр.}}, \quad (1.1)$$

де $Q_{o.v.}^{розр.}$ – розрахункова теплове навантаження на опалення та вентиляцію кДж / год,
 $t_{в.н.}^{розр.}$ – розрахункова температура всередині приміщень, приймається + 18 ° С,
 $t_{н.в.}$ – температура зовнішнього повітря, ° С,
 $t_o^{розр.}$ – температура зовнішнього повітря при максимально-зимовому режимі, ° С.

Коефіцієнт зниження витрат теплоти на опалення і вентиляцію

$$K_{o.v.} = \frac{t_{в.н.}^{розр.} - t_{н.в.}}{t_{в.н.}^{розр.} - t_o^{розр.}} \quad (1.2)$$

Поточна температура мережної води в подаючому трубопроводі, °С

$$t_1 = t_{в.н.}^{розр.} + (t_1^{розр.} - t_{в.н.}^{розр.}) \cdot K_{o.v.}, \quad (1.3)$$

де $t_1^{розр.}$ – расчетная температура теплоносителя в подающем трубопроводе, °С.

Поточна температура мережної води в зворотному трубопроводі, °С

$$t_2 = t_{в.н.}^{розр.} + (t_2^{розр.} - t_{в.н.}^{розр.}) \cdot K_{o.v.}, \quad (1.4)$$

де $t_2^{розр.}$ – розрахункова температура теплоносія в зворотному трубопроводі, °С.

Витрата мережної води на опалення і вентиляцію, кг/год

$$G_{o.v.} = \frac{Q_{o.v.}}{(t_1 - t_2) \cdot C_v}, \quad (1.5)$$

де $Q_{o.v.}$ – теплове навантаження на опалення і вентиляцію, кДж/год;
 t_1, t_2 – температура мережевої води в прямому і зворотньому трубопроводах, °С,
 $C_v = 4,19$ кДж/кг · °С – теплоємність води.

Витрата мережевої води на гаряче водопостачання, кг/год

$$G_{г.в.} = \frac{Q_{г.в.}}{(t_1 - t_2) \cdot C_v}, \quad (1.6)$$

де $Q_{г.в.}$ – теплове навантаження на гаряче водопостачання, кДж/год;

Загальні витрата води зовнішніми споживачами в прямому трубопроводі теплової мережі, т/год

$$G_c = G_{o.v.} + G_{г.в.} \quad (1.7)$$

Витрата пари на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання, т/год

$$D_{o.v.} = \frac{Q_{o.v.}}{(h_{п} - h_{к}) \cdot \eta}, \quad (1.8)$$

$$D_{г.в.} = \frac{Q_{г.в.}}{(h_{п} - h_{к}) \cdot \eta}, \quad (1.9)$$

де $h_{п}$ – ентальпія пари, що подається на підігрівачі води, кДж / кг (тиск 0,07 МПа);
 $h_{к}$ – ентальпія конденсату на виході з підігрівачів води, кДж / кг

					ТП 51 61 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

$$h_k = C_b \cdot t_b = 4,19 \text{ кДж/кг}^\circ\text{C} \cdot 95^\circ\text{C} = 398 \text{ кДж/кг};$$

η – ККД підігрівача, приймаємо $\eta = 0,98$

Визначаємо вироблення пари для зовнішніх споживачів, кг/год

$$D_{\text{вн}} = D_{\text{о.в.}} + D_{\text{г.в.}} + D_{\text{тех}}, \quad (1.10)$$

де $D_{\text{тех}}$ - витрата пари на технологічні потреби, кг/год.

Тоді, максимальна паропроодуктивність котельної установки, кг/год

$$D_{\text{к.у.}}^{\text{max}} = D_{\text{вн}} + D_{\text{с.н.}} + D_{\text{пот}}, \quad (1.11)$$

де, $D_{\text{с.н.}}$ – витрата пари на власні потреби котельні, кг/ год.

$$D_{\text{с.н.}} = 0,1 \cdot D_{\text{вн}};$$

$D_{\text{пот}}$ - втрати пари всередині котельні, т / год. приймаємо $D_{\text{пот}} = 0,02 \cdot D_{\text{вн}}$

Визначаємо витрата живильної води, яка подається в котел, кг/год

$$G_{\text{пит}} = D_{\text{к.у.}}^{\text{max}} + G_{\text{пр}}, \quad (1.12)$$

де $G_{\text{пр}}$ - витрата продувочної води, т/год. Для котлів з тиском до 1,4МПа включно, витрата живильної води повинна бути не більше 10% від $D_{\text{к.у.}}^{\text{max}}$. Приймаємо $G_{\text{пр}} = 0,1 \cdot D_{\text{к.у.}}^{\text{max}} = 0,1 \cdot 23,85 = 23900 \frac{\text{кг}}{\text{год}} = 2.39 \text{ т/год}$

Визначаємо витрати пари D_c і витрати залишкової води $G'_{\text{пр}}$ на виході з сепаратора безперервної продувки рис.(1.3). Для цього складемо рівняння матеріального і теплового балансу сепаратора [6].

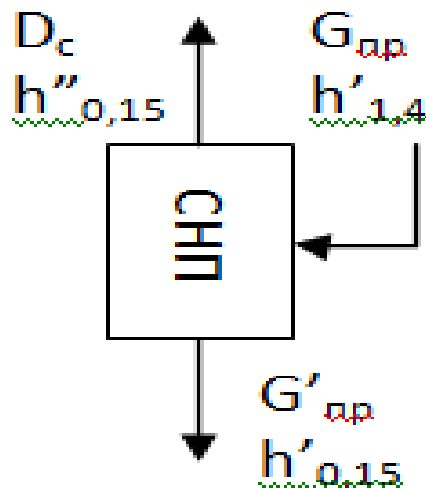


Рисунок 1.3- Сепаратор безперервної продувки

$$D_c = \frac{G_{\text{пр}} \cdot (h'_{1,4} - h'_{0,15})}{h''_{0,15} - h'_{0,15}}, \quad (1.13)$$

$$G'_{\text{пр}} = G_{\text{пр}} - D_{\text{с}}, \quad (1.14)$$

де $D_{\text{с}}$ - витрата залишкової води на виході з сепаратора, т/год; $h''_{0,15}$ и $h'_{0,15}$ - ентальпії насиченої пари і води на виході з СБП при тиску 0,15МПа, кДж/кг °С. $h''_{0,15} = 2693$ кДж/кг°С; $h'_{0,15} = 467$ кДж/кг °С; $h'_{1,4}$ - ентальпія насиченої пари при тиску 1,4МПа, кДж/кг°С. $h'_{1,4} = 814,8$ кДж/ кг °С

Втрати конденсату технологічними споживачами, кг/год

$$G_{\text{пк}} = D_{\text{тех}} \cdot \left(\frac{100 - \mu}{100} \right), \quad (1.15)$$

Де μ - повернення конденсату технологічними споживачами

Витрата підживлюючої води, приймаються як 0,75% від обсягу води в системі теплопостачання, кг/год

$$G_{\text{подп}} = 0,0075 \cdot V_{\text{сист}}, \quad (1.16)$$

де $V_{\text{сист}}$ – обсяг води в системі теплопостачання, м³.

$$V_{\text{сист}} = g_{\text{с}} \cdot (Q_{\text{о.в.}} + Q_{\text{г.в.}}), \quad (1.17)$$

де $g_{\text{с}}$ – питомий об'єм води в системі, м³/МВт. Для закритих систем $g_{\text{с}}=65$ м³/МВт;
 $Q_{\text{о.в.}}$ – теплове навантаження на опалення та вентиляцію МВт;
 $Q_{\text{г.в.}}$ – теплове навантаження на гаряче водопостачання, МВт.

Випарується з деаератора

$$D_{\text{вып}} = 0,05 \cdot G_{\text{д}} \quad (1.18)$$

де $G_{\text{д}} = G_{\text{пит}} + G_{\text{подп}}$ - витрата деаерірованої води, т/год

Кількість води, яка повинна піддатися пом'якшенню, т/год:

$$G_{\text{хво}} = G_{\text{пк}} + G'_{\text{пр}} + G_{\text{подп}} + D_{\text{пот}} + D_{\text{вып}} \quad (1.19)$$

Дійсна витрата сирієї води, яка подається в котельню, буде трохи більше, тому що частина води використовується для регенерації фільтрів: $G_{\text{исх}} = 1,1 \cdot G_{\text{хво}}$, кг/год

Визначаємо температуру вихідної води на виході з теплообмінника 2 Рис(1.4).

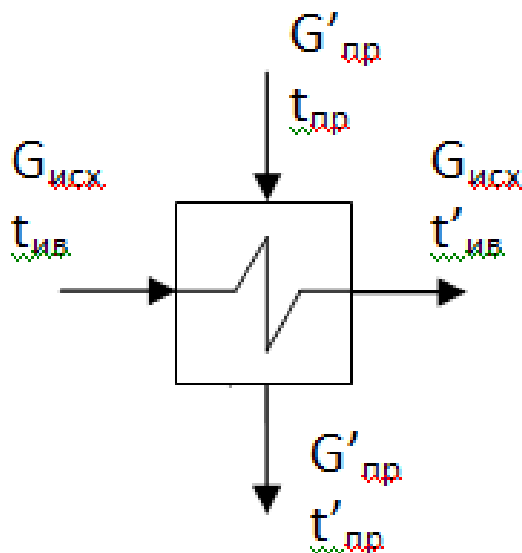


Рисунок1.4- Теплообмінник

З рівняння теплового балансу теплообмінника, °C:

$$t'_{\text{вв}} = \frac{G_{\text{вих}} \cdot t_{\text{вв}} + G'_{\text{пр}} \cdot t_{\text{пр}} - G_{\text{пр}} \cdot t'_{\text{пр}}}{G_{\text{вих}}}, \quad (1.20)$$

де, $t_{\text{вв}}$ - температуру вхідної води. приймаємо $t_{\text{вв}} = 5^{\circ}\text{C}$ для зимового періода и $t_{\text{ив}} = 15^{\circ}\text{C}$ для літнього періода; $t_{\text{пр}}$ – температура продувочной води на виході з сепаратора.

Приймається рівною температурі насичення при тиску 0,15МПа. $t_{\text{пр}} = t'_{0,15} = 111,35^{\circ}\text{C}$;

$t'_{\text{пр}}$ - температура продувочной води на виході з теплообмінника. приймаємо $t'_{\text{пр}} = 60^{\circ}\text{C}$

Витрата пара на підігрів вихідної води Рис.(1.5)

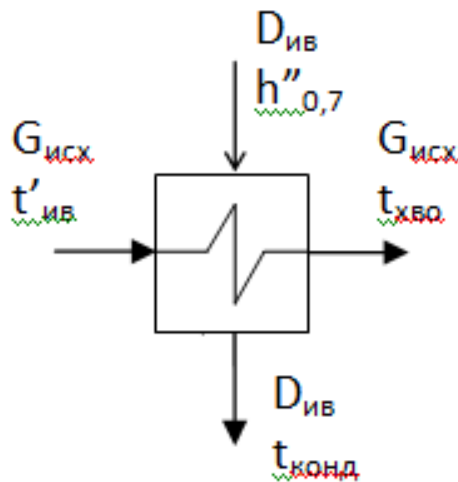


Рисунок1.5- Підігрівач холодної води

$$D_{ив} = \frac{G_{вх} \cdot C_{в} \cdot t'_{ив} - G_{вх} \cdot C_{в} \cdot t_{хво}}{C_{в} \cdot t_{конд} - h''_{0,7}} \quad (1.21)$$

де $t_{хво}$ – температура води, необхідна для ефективної хімоводоочистки. приймаємо $t_{хво} = 40^{\circ}\text{C}$ $t_{конд}$ - температура конденсату після пароводяного теплообмінника. приймаємо $t_{конд} = 95^{\circ}\text{C}$.

Знайдемо температуру води на виході з охолоджувача випару (на вході в деаератор)

Рис.(1.6):

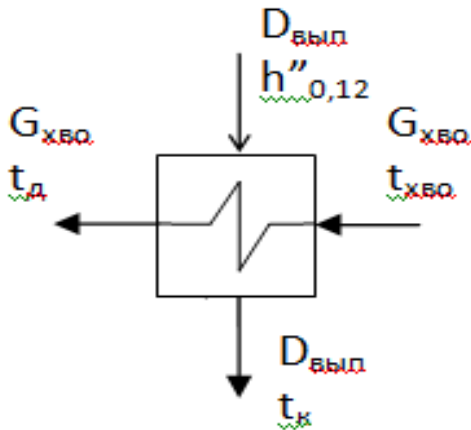


Рисунок1.6- Охолоджувача випару

$$t_{д} = \frac{G_{хво} \cdot C_{в} \cdot t_{хво} + D_{вип} \cdot h''_{0,12} - D_{вип} \cdot C_{в} \cdot t_{к}}{G_{хво} \cdot C_{в}}, \quad (1.22)$$

де $t_{к}$ - температура конденсату після охолоджувача випару. приймаємо $t_{к} = 95^{\circ}\text{C}$

Визначаємо витрата пара на деаерацію води Рис(1.7)

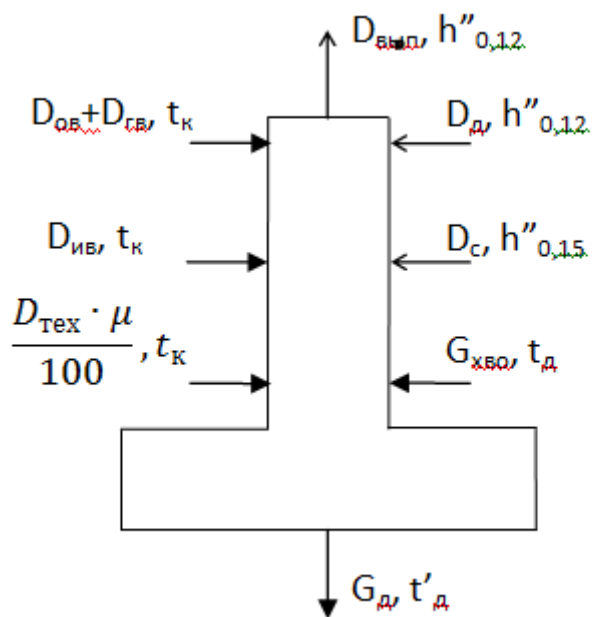


Рисунок 1.7- Деаератор

$$D_d \frac{(D_{об.г.в.} + D_{г.в.}) \cdot C_v \cdot t_K + D_{ив} \cdot C_v \cdot t_K + \frac{D_{тех} \cdot \mu}{100} \cdot C_v \cdot t_K + D_c \cdot h''_{0,15} + G_{хво} \cdot C_v \cdot t_d}{-h''_{0,12}} + \frac{D_{вип} \cdot h''_{0,12} + G_d \cdot C_v \cdot t'_d}{h''_{0,12}} \quad (1.23)$$

Розрахункове значення витрати пари на власні потреби котельні, т/год

$$D_{с.н.}^p = D_d + D_{ив}, \quad (1.24)$$

Відносна похибка розрахунку:

$$\Delta = \frac{D_{с.н.}^p - D_{с.н.}}{D_{с.н.}^p} \cdot 100, \% \quad (1.25)$$

При $\Delta < 20\%$ вважається, що навчальний розрахунок виконаний з необхідним наближенням і не вимагає перерахунку

Температура на вході в мережевий підігрівач

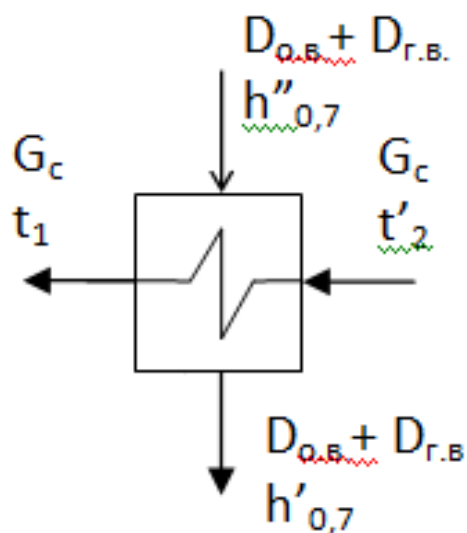


Рисунок 1.8- Мережевий підігрівач води

$$t'_2 = \frac{G_c \cdot C_B \cdot t_1 + (D_{o.в.} + D_{г.в.}) \cdot h'_{0,7} - (D_{o.в.} + D_{г.в.}) \cdot h''_{0,7}}{G_c \cdot C_B}, \quad (1.3.26)$$

Результати розрахунку наведені в таблиці 1.3

Таблиця 1.3 - Розрахунок теплової схеми котельні

Назви величин	Режими		
	Максимально -зимовий найбільш холодної п'ятиденки)	Середня температура найбільш холодного місяця	Літній
Температура зовнішнього повітря $t_{з.п.,}$ °C	-28	-16	-
Температура в середині опалювальних приміщень $t_{в.н.,}$ °C	18	18	18
Теплове навантаження на опалення та вентиляцію $Q_{о.в.,}$ ГДж/год	16,00	11,83	-
Теплове навантаження на гаряче водопостачання $Q_{г.в.,}$ ГДж/год	8,00	8,00	8,00
Коефіцієнт зниження витрат теплоти на опалення і вентиляцію $K_{о.в.}$	1,00	0,74	-
Поточна температура мережевої води в трубопроводі, що подає $t_1,$ °C	130,00	100,78	70,00
Поточна температура мережевої води в зворотному трубопроводі $t_2,$ °C	70,00	56,43	38,35
Витрата мережної води на опалення і вентиляцію $G_{о.в.,}$ т/год	63,70	63,70	-
Витрата мережевої води на гаряче водопостачання $G_{г.в.,}$ т/год	31,85	43,09	60,38
Витрата води зовнішніми споживачами в прямому трубопроводі теплової мережі $G_c,$ т/год	95,56	106,80	60,38
Ентальпія пари, що подається на підігрівачі води $h_{п},$ кДж/кг	2763,00		
Ентальпія конденсату після пароводяних т.о $h_k,$ кДж/кг	398,05		
ККД підігрівача	0,98		
Витрата пара на опалення і вентиляцію $D_{о.в.,}$ т/год	6,90	5,10	
Витрата пари на ГВП $D_{г.в.,}$ т/год	3,45	3,45	3,45
Вироблення пара для зовнішніх	21,29	19,31	13,70

споживачів Двн, тон/год			
Витрата пари на власні потреби котельні Дв.п., т/год	2,13	1,93	1,37
Втрати пари всередині котельні Дпот, т / год	0,43	0,39	0,27
Максимальна паропродуктивність котельної установки, т/год	23,85	21,63	15,34
Витрата живильної води, яка подається в котел Гпит, т/год	26,23	23,79	16,87
Витрата пара на виході з СНП Дс, т/год	0,38	0,35	0,25
Витрата залишкової води на виході з СНП G'пр, т / год	2,00	1,81	1,29
Втрати конденсату технологічними споживачами Гпк, т/год	3,15		
Обсяг води в системі тепlopостачання Vcіст, м3	433,33		
Витрата підживлювальної води Gжив, т/год	3,25		
Випарується з деаератора Двип, т/год	1,47	1,35	1,01
Кількість води, що піддається пом'якшення Gхво, т/год	9,92	9,60	8,72
Витрата сирієї води Gвх, т/год	10,91	10,56	9,59
Температура вихідної води на виході з теплообмінника 2 t'ів	14,41	13,82	21,89
Витрата пара на підігрів вихідної води Двх, т/год	0,49	0,49	0,31
Температура конденсату після охолоджувача випару витребування, ° С	121,06	116,76	102,93
Температура води на вході в мережевий підігрівач t'2, ° С	76,57	61,29	41,81
Температура конденсату після охолоджувача конденсату t'к, ° С	105,77	105,77	105,77
Витрата пари на деаерацію Дд, т/год	1,52	1,43	1,20
Розрахункова витрата пари на власні потреби котельні Дв.п т/год	2,02	1,92	1,51

1.4 Кількість реконструйованих котлів

Розрахункова потужність котельні визначається сумою потужностей, потрібних споживачам опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання при максимально-зимовому режимі. При визначенні потужності котельної мають бути враховані потужності, витрачаючи-мі на власні потреби котельні та покриття втрат в котельні і теплових мережах. Кількість котлів, що встановлюються в котельні, слід вибирати по режиму найбільш холодного місяця

$$N_k = \frac{1}{1 - K_{o.v.}} = \frac{1}{1 - 0,74} = 3,83, \text{ компл.} \quad (1.27)$$

де $K_{o.v.}$ - коефіцієнт зниження витрат теплоти на опалення і вентиляцію, розрахований по режиму найбільш холодного місяця.

Орієнтовно приймаємо 4 котла. Продуктивність одного котла в максимально-зимовий період в такому випадку буде дорівнює:

$$G_k = \frac{D_{k.y.}^{\max}}{N_k} = \frac{23,73}{4} = 5,93, \text{ т/год} \quad (1.28)$$

За умовами надійності кількість котлів повинна бути таким, щоб при виході з ладу одного з котлів ті, які залишились повинні забезпечити розрахункове теплове навантаження котельні при середній температурі найбільш холодного місяця

$$G_k = \frac{D_{k.y.}^{n.x.m}}{(N_k - 1)} = \frac{21,62}{(4 - 1)} = 7,21, \text{ т/год} \quad (1.29)$$

Необхідне навантаження забезпечують чотири наявні котла типу ДКВР-6,5-13ГМ.

					ТП 51 61 012 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ВИБІР ВОДОПІДГОТОВОГО ОБЛАДНАННЯ

2.1 Вибір деаератора

Деаератори призначені для видалення корозійно-агресивних газів (кисню і вільної вуглекислоти) з живильної води парових котлів і підживлювальної води систем теплопостачання. Процес деаерації видав заснований на підвищенні її температури до кипіння, при якому з води виділяються розчинені гази.

У виробничо-опалювальних котелень використовуються деаератори атмосферного типу. Процес деаерації в них відбувається при тиску, близькому до атмосферного (0,12 МПа). Кипіння в них досягається за рахунок нагріву води паром, що відбираються після парового котла і надходять в колонку деаератора.

Вміст кисню в мережевій воді для парових котлів не повинна перевищувати 0,03мг/кг [4].

Вибір деаератора здійснюємо за двома параметрами: номінальній продуктивності і ємності бака. Номінальна продуктивність повинна бути не менше витрати деаерованої води в котельні при максимально-зимовому режимі: $D_{к.у.}^{max} = 23,73\text{т/год}$

$$G_d = G_{пит} + G_{підп} = 26,23 + 3,25 = 29,48\text{т/год} \quad (2.1)$$

Ємність бака деаератора повинна бути не менше 50% від годинної паропроductивності котельні

Виходячи з цих умов вибираємо деаератор атмосферного типу марки ДА-25/15 виробництва Саратовського заводу енергетичного машинобудування.

Основні параметри деаератора наведені в таблиці 2.1, габаритні розміри деаератора вказані на (рис. 2.1.)

Таблиця 2.1 – Параметри деаератора ДА-25/15

Деаератор	Продуктивність номінальна, т/год	25
	Діапазон продуктивності, %	30...120
	Діапазон продуктивності, т/год	7,5...30
	Тиск робочий надлишковий, МПа	0,02
	Тиск макс. При спрацьовуванні захисного пристрою, МПа	0,07
	Температура деаерірованої води, ° С	104,25
	Середній нагрів води в деаераторі, ° С	10...50
	Питома витрата випару, кг/т.д. У	1,5...2
Колонка	Позначення колонки деаераторної	КДА-25
Бак	Позначення бака деаераторного	БДА-25
	Корисна ємність бака, м3	15
	Маса суха, кг	3720
Охолоджувач	Позначення охолоджувача випару	ОВА-2
	Площа поверхні теплообміну охолоджувача випару, м2	2
	Маса суха, кг	232
Запобіжний пристрій	Позначення запобіжного пристрою	ДА-25
	Маса суха, кг	277

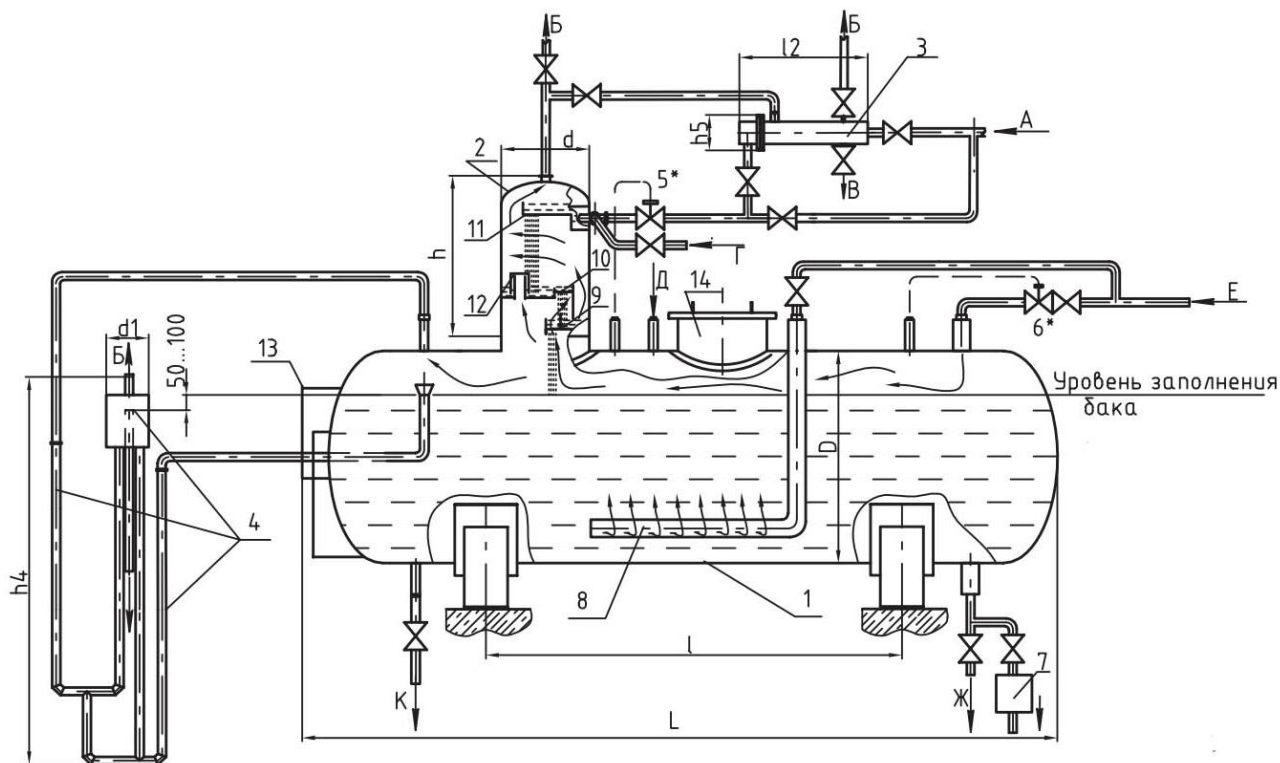
У деаераторі ДА-25/15 (рис. 2.1) застосована двоступенева схема дегазації: дві ступені розміщені в деаераційній колонці, перший ступінь – струменева, друга – барботажна. У деаераторному баку розміщена третя, додаткова, у вигляді затопленого барботажного пристрою.

Вода, що підлягає деаерації, подається в колонку (2) через штуцери (А, 3, І, Г). Тут вона послідовно проходить струминну і барботажну ступені, де здійснюється її нагрівання і обробка паром. З колонки вода струменями стікає в бак, після витримки в якому відводиться з деаератора через штуцер (Ж).

Основна пара подається в бак деаератора через штуцер (Е). Проходячи крізь отвори барботажної тарілки (9), пар піддає воду на ній інтенсивної обробці (здійснюється догрів води до температури насичення і видалення газів). При збільшенні теплового

					ТП 51 61 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

навантаження спрацьовує гідро запірний пристрій (12), через який пар пропускається в обвід барботажної тарілки. При зниженні теплового навантаження гідрозапір заливається водою, припиняючи перепуск пари



1-Бак деаераційний; 2-колонка деаераційна; 3-охолоджувач випару; 4-пристрій запобіжний; 5-регулятор рівня; 6-регулятор тиску; 7-холодильник відбору проб; 8-барботажное пристрій; 9-барботажна тарілка; 10-перепускна тарілка; 11-верхня тарілка; 12-пароперепускное пристрій; 13-показчик рівня; 14-люк-лаз.

Рисунок 2.1 - Пристрій і габаритні розміри деаератора ТАК

З барботажного відсіку пар направляється в струменевий відсік. У струменях відбувається нагрів води до температури, близької до температури насичення, видалення основної маси газів і конденсація здебільшого пара. Частина, що залишилася парогазова суміш (випарується) відводиться з верхньої зони колонки через штуцер (Б) в охолоджувач випару (3) або безпосередньо в атмосферу. Процес дегазації завершується в деаераторному баку (1), де відбувається виділення з води найдрібніших бульбашок газів за рахунок відстою. Частина пара може подаватися через штуцер в розміщене в водяному об'ємі бака барботажний пристрій (8), призначене для забезпечення надійної деаерації (особливо в разі використання води з низькою бікарбонатною лужністю (0,2 ... 0,4 мгекв/кг) і високим вмістом вільної вуглекислоти (більше 5 мг/кг) і при різко змінних навантаженнях деаератора

Для забезпечення безпечної експлуатації деаераторів передбачається їх захист від небезпечного підвищення тиску і рівня води в баку за допомогою комбінованого запобіжного пристрою. Пристрій підключається до деаераторного баку через штуцер переливу. Пристрій складається з двох гідрозатворів, один з яких захищає деаератор від перевищення допустимого тиску, а інший від небезпечного підвищення рівня, об'єднаних в загальну гідравлічну систему, і розширювального бака. Розширювальний бак служить для накопичення обсягу води (при спрацьовуванні пристрою), необхідного для автоматичної заливки пристрої. Діаметр парового гідрозатвору визначений виходячи з найбільшого допустимого тиску в деаератори при роботі пристрою 0,07 МПа і максимально можливого в аварійній ситуації витрати пари в деаератор при повністю відкритому регулюючому клапані і максимальному тиску в джерелі пара.

2.2 Розрахунок та вибір насосів для котлоагрегатів

Насоси призначені для безперебійного постачання парових котлів живильною водою. Кількість і подача живильних пристроїв вибирається так, щоб в случае зупинки найпотужнішого насоса залишилися забезпечили подачу води в кількості, необхідній для харчування всіх робочих парових котлів.

Розрахунковий витрата живильної води

$$G_{\text{пит}}^p = G_{\text{пит}} \cdot k_z = 26,23 \cdot 1,1 = 28,85, \text{т/год} \quad (2.1)$$

Для живлення котлів вибираємо два насоси GRUNDFOS CRE 32-2 A-F-A-E HQQE. Один з них є резервним. Основні характеристики насоса представлені в таблиці 2.2

					ТП 51 61 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики насоса GRUNDFOS CRE 32-2 A-F-A-E
HQQE

Матеріал корпусу	Чавун
Матеріал робочих коліс і проміжних камер	Нержавіюча сталь
привід насоса	Трифазний асинхронний електродвигун
робоча рідина	Чиста вода
Діапазон температур рідини	-30 .. 120 °С
Частота обертів	2917 об/хв.
Поточний розрахований витрата	29 м ³ /год
Загальний гідростатичний напір насоса	20 м
Тип електродвигуна	112МС
Номінальна потужність електродвигуна	4 кВт
промислова частота	50 Гц
Номінальну напругу	380 В
Номінальний струм	8,1-6,6 А
Номінальна швидкість	360-3530 об/хв.
Пусковий ток	1120-1230 %
клас захисту	IP55
Вага нетто	92 кг
повна вага	115 кг

Витрата живильної води не є постійною величиною, і змінюється в залежності від режиму роботи котельної установки. Для забезпечення плавного регулювання подачі живильних насосів, економії електроенергії та збільшення ресурсу обладнання, електродвигуни живильних насосів підключаються до джерела електропостачання через перетворювачі частоти.

Використання перетворювачів частоти дозволяє здійснювати автоматичне плавне регулювання подачі живильних насосів в залежності від розходу води. При цьому виключаються гідроудари і забезпечується економія електроенергії за рахунок регулювання подачі насоса частотою обертання робочого колеса, а не закриттям засувки.

Обраний тип насоса спочатку комплектується перетворювачем частоти і датчиком тиску, що дозволяє автоматизувати роботу насоса

2.3 Вибір живильних насосів

Живильні пристрої повинні мати паспорт заводу-виоробника і забезпечувати необхідний витрата живильної води при тиску, відповідному повного відкриття робочих запобіжних клапанів, встановлених на паровому котлі.

Насоси в даному проекті вибираються по продуктивності. Продуктивність насоса підбирається з урахуванням коефіцієнта запасу $k_z = 1,1$

Насос вихідної води служить для подачі сирі води з системи водопроводу житлового району до обладнання водопідготовки котельної. Дані насоси вибираються виходячи з максимальної потреби котельні в хімічно очищеній воді (G_{xvo}), включаючи витрату води на власні потреби хімводоочищення. При визначенні витрати враховується коефіцієнт запасу $k_z = 1,1$.

Розрахунковий витрата сирі води для вибору насоса:

$$G_{исх}^p = 1,1 \cdot G_{xvo} \cdot k_z = 1,1 \cdot 9,92 \cdot 1,1 = 12, \text{ т/год} \quad (2.2)$$

Для живлення котельні вибираємо два насоси марки GRUNDFOS CR 15-4

Один з них є резервним. Основні характеристики насоса представлені в таблиці 2.3

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики насоса GRUNDFOS CR 15-4

Матеріал корпусу	Чавун
Матеріал робочих коліс і проміжних камер	Нержавіюча сталь
привід насоса	Трифазний асинхронний електродвигун
робоча рідина	Чиста вода
Діапазон температур рідини	-20 .. 120 °C
Частота обертів	2917 об/хв
Поточний розрахований витрата	12,1 м ³ /год
Загальний гідростатичний напір насоса	51,1 м
Тип електродвигуна	112MC
Номінальна потужність електродвигуна	4 кВт

Живильні насоси призначені для безперебійного постачання парових котлів живильною водою. Кількість і подача живильних пристроїв вибирається так, щоб в случае зупинки найпотужнішого насоса залишилися забезпечили подачу води в кількості, необхідній для харчування всіх робочих парових котлів.

Розрахунковий витрата живильної води

$$G_{\text{пит}}^p = G_{\text{пит}} \cdot k_z = 26,23 \cdot 1,1 = 28,85, \text{т/год} \quad (2.3)$$

Для живлення котлів вибираємо два насоси GRUNDFOS CRE 32-2 A-F-A-E HQQE.

Один з них є резервним. Основні характеристики насоса представлені в таблиці 2.4

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики насоса GRUNDFOS CRE 32-2 A-F-A-E HQQE

Матеріал корпусу	Чавун
Матеріал робочих коліс і проміжних камер	Нержавіюча сталь
привід насоса	Трифазний асинхронний електродвигун
робоча рідина	Чиста вода
Діапазон температур рідини	-30 .. 120 °C
Частота обертів	2917 об/хв.
Поточна розрахункова витрата	29 м³/год
Загальний гідростатичний напір насоса	20 м
Тип електродвигуна	112МС
Номінальна потужність електродвигуна	4 кВт
Промислова частота	50 Гц
Номінальна напругу	380 В
Номінальний струм	8,1-6,6 А
Номінальна швидкість	360-3530 об/хв.
Пускове навантаження	1120-1230 %
клас захисту	IP55
Вага нетто	92 кг
Повна вага	115 кг

Використання перетворювачів частоти дозволяє здійснювати автоматичне плавне регулювання подачі живильних насосів в залежності від розходу води. При цьому

					ТП 51 61 012 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виключаються гідроудари і забезпечується економія електроенергії за рахунок регулювання подачі насоса частотою обертання робочого колеса, а не закриттям засувки.

Зворотний тип насоса спочатку комплектується перетворювачем частоти і датчиком тиску, що дозволяє автоматизувати роботу насоса.

2.4 Вибір конденсатних насосів

Конденсатні насоси призначені для подачі конденсату, який повернувся з виробництва в деаератор. Продуктивність конденсатного насоса дорівнює годинній витраті конденсату від технологічного споживача:

$$G_{\text{конд}}^p = \frac{D_{\text{тех}} \cdot \mu}{100} \cdot k_z = \frac{9 \text{ т/ч} \cdot 65\%}{100} \cdot 1,1 = 6,44 \text{ т/год} \quad (2.4)$$

де $D_{\text{тех}}$ – витрата пара на технологічні потреби, т/год;

$\mu = 65\%$ – відсоток повернення конденсату.

Основні характеристики насоса представлені в таблиці 2.5

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики насоса GRUNDFOS CR 5-4 A-FGJ-A-V HQV

Матеріал корпусу	Чавун
Матеріал робочого колеса	Нержавіюча сталь
привід насоса	Трифазний асинхронний електродвигун
робоча рідина	Вода в системі опалення
Діапазон температур рідини	-20 .. 90 °C
Частота обертів	2856 об/хв.
Поточний розрахований витрата	6,7 м ³ /год
Загальний гідростатичний напір насоса	14,9 м
Тип електродвигуна	71В
Номінальна потужність електродвигуна	0,55 кВт
промислова частота	50 Гц
Номінальну напругу	380 В
Номінальний струм	1,44 А
Номінальна швидкість	2830-2850 об/хв
клас захисту	IP55

Вибираємо два конденсатних насоса GRUNDFOS CR 5-4 A-FGJ-A-V HQQV, один з них є резервним.

					ТП 51 61 012 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 РОЗРАХУНОК І ВИБІР ДОПОМІЖНОГО ОБЛАДНАННЯ

3.1 Вибір теплообмінників

Вибір теплообмінників проводиться на підставі теплового розрахунку установки. На практиці, як правило виконуються тільки перевіірочні розрахунки для визначення придатності обраних по каталогам теплообмінників для заданих розрахункових умов. Поверхні нагрівання серійно виготовляються теплообмінників повинні бути трохи більше необхідних за розрахунком, тобто вибиратися з запасом. У курсовому проекті вибір ведеться по теплопродуктивності і площі поверхні нагрівання [2].

Теплопродуктивність теплообмінника, тобто кількість переданої теплоти, визнається з рівняння теплового балансу.

Для водо-водяного теплообмінника, кВт

$$Q = c_v \cdot G_{\text{грійоч}} \cdot (t'_{\text{грійоч}} - t''_{\text{грійоч}}) = c_v \cdot G_{\text{нагрів}} \cdot (t'_{\text{нагрів}} - t''_{\text{нагрів}}), \quad (3.1)$$

де $c_v = 4,19 \text{ кДж/кг} \cdot ^\circ\text{C}$ – теплоємність води;

$G_{\text{грійоч}}, G_{\text{нагрів}}$ – витрата грійочної і нагріваючої води, кг/с.

Площа поверхні нагрівання теплообмінника визначається за формулою, м^2

$$H = \frac{Q}{K \cdot \Delta t \cdot \eta}, \quad (3.2)$$

де Q – кількість теплоти яка передається, кВт;

K – коефіцієнт теплопередачі. Для орієнтовного розрахунку;

t', t'' – температури теплоносія на вході і виході з теплообмінника, $^\circ\text{C}$;

η - коефіцієнт, що враховує втрати теплоти від зовнішнього охолодження. приймаємо $\eta = 0,98$;

Δt – середньологарифмічний температурний напір, $^\circ\text{C}$

$$\Delta t = \frac{\Delta t_6 - \Delta t_m}{\ln \left(\frac{\Delta t_6}{\Delta t_m} \right)}, \quad (3.3)$$

де $\Delta t_6, \Delta t_m$ – великої й малої різниці температур теплоносіїв на вході і виході з теплообмінника, $^\circ\text{C}$

Площа поверхні нагрівання теплообмінника визначаємо за виразом, м^2

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t \cdot \eta}, \quad (3.4)$$

де K – коефіцієнт теплопередачі. приймаємо $K = 3,5 \text{ кВт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ – для паро-водяних теплообмінників $K = 1,7 \text{ кВт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ для водо-водяних теплообмінників

η - коефіцієнт, що враховує втрати теплоти в навколишнє середовище.

Приймаємо $\eta = 0,98$.

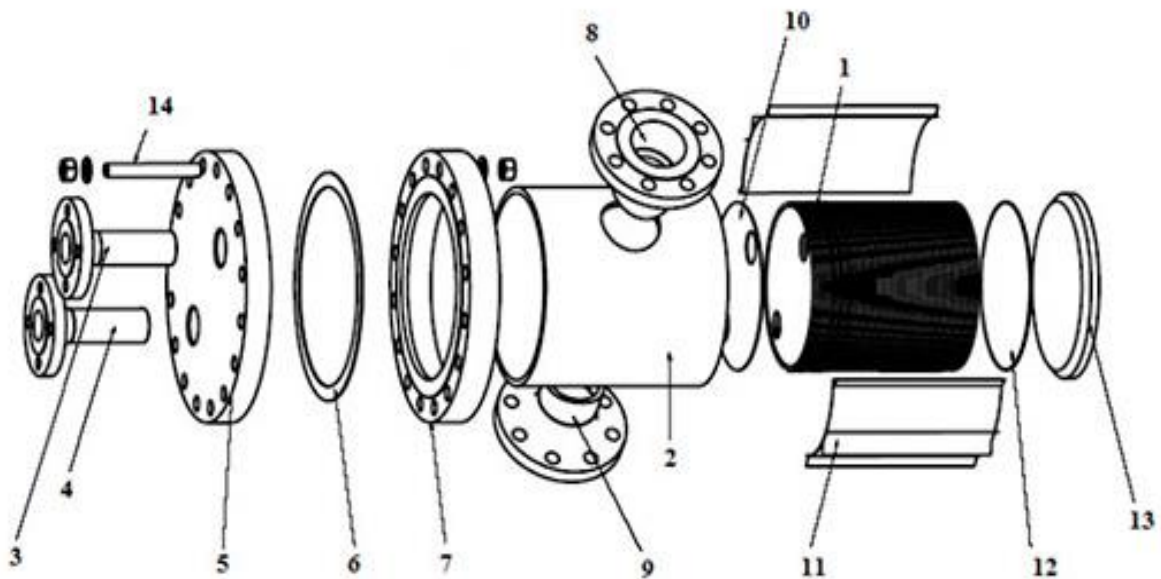
					ТП 51 61 012 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Результати розрахунку параметрів Q і F зведені в таблицю 3.1

Таблиця 3.1 – Розрахунок основних параметрів теплообмінників

Найменування	Температура гріючого теплоносія на вході $t'_{1,} \text{ }^{\circ}\text{C}$	Температура гріючого теплоносія на виході $t''_{1,} \text{ }^{\circ}\text{C}$	Температура гріючого теплоносія на вході $t'_{2,} \text{ }^{\circ}\text{C}$	Температура гріючого теплоносія на виході $t''_{2,} \text{ }^{\circ}\text{C}$	Витрата гріючого теплоносія $G_{\text{нагrev}}, \text{ кг/с}$	Средньологарифмічний температурний напір $\Delta t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	Коефіцієнт теплопередачі $K, \text{ кВт/м}^2\cdot^{\circ}\text{C}$	Теплопродуктивність $Q, \text{ кВт}$	Площа поверхні теплообміну $F, \text{ м}^2$
Охолоджувач безперервного продування, K8	111,35	60	5	14,41	27,13	74,00	1,7	1070	8,68
Підігрівач сирої води, K9	164,95	95	14,41	40	7,54	101,15	3,5	808	2,33
Мережевий підігрівач, K10	164,95	164,95	76,57	130,00	26,54	57,59	3,5	5943	30,08
Охолоджувач конденсату, K11	164,95	105,77	70,00	76,57	7,37	58,16	1,7	203	2,1
Охолоджувач випару, K12	Постачається разом деаератором								

Для установки в котельні вибираємо розбірні теплообмінники кожухопластинчатого типу рис.(, як найбільш ефективні. Кожухопластинчаті теплообмінники застосовуються для теплообміну між різними рідкими і газоподібними середовищами. Крім високого коефіцієнта теплопередачі достоїнствами розбірних кожухопластинчатих теплообмінників є зручність обслуговування, можливість зміни потужності, компактність і стійкість до вібрації



1 - пакет пластин; 2 - кожух; 3 - вхід зі сторони пластин; 4 - вихід зі сторони пластин; 5 - фланцева заглушка; 6 - ущільнення; 7 - фланець кожуха; 8 - вхід зі сторони кожуха; 9 - вихід зі сторони кожуха; 10 - з'єднувальний диск; 11 - напрямок потоку; 12 - кінцевий диск; 13 - кінцева пластина; 14 – болт

Рис 3.1- Конструкція кожухопластинчастого теплообмінника

Сфера застосування розбірних пластинчастих теплообмінників дуже широка і всебічно направлена: опалення, вентиляція і кондиціонування, холодильна техніка, машинобудування, електростанції, компресорні і турбінні установки, цукрова промисловість, хімічна промисловість, фармацевтична промисловість, металургія, автомобільна промисловість. Крім того, можливе застосування розбірних пластинчастих теплообмінників у нафтовій, целюлозно-паперовій, текстильній, суднобудівній і іншій галузях промисловості [7].

Теплопередаюча поверхня кожухопластинчастого теплообмінника складається з штампованих гофрованих пластин. Стінки, зварені між собою по периметру, утворюють два контури каналів складної форми. Канали є герметичними і такими, що поперемінно чергуються). Максимальний рівень теплопередачі досягається шляхом впровадження гофрованих профілів, які природним чином турбулізують рухомі потоки. Рух носіїв може здійснюватися протитоком, прямо током, або перехресно.

Основною конструкцією кожухопластинчастих апаратів, яку розрізняють в першу чергу, є цілком зварена конструкція. Трохи рідше оперують з конструкцією із кришкою при одноходовому русі по стороні пластин. Завдяки наявності кришки в таких апаратах

можна діставати пакет пластин, оглядати їх і чистити. Також в цьому випадку можна домогтися компактності конструкції - помістити вхідний і вихідний патрубки кожуха на передній кришці

Таблиця 3.1 – Результати вибору теплообмінників

Найменування,	Тип	Площа поверхні теплообміну F, м ²	Площа поверхні теплообміну однієї пластини f, м ²	Кількість пластин n, шт	Теплопродуктивність Q, кВт	Габаритні розміри ВхШхГ, мм	Приєднувальний діаметр Ду, мм	Маса, кг
Охолоджувач безперервного продування, К8	НН №14 О/С-16	9,6	0,15	64	1184	950х300х715	50	200
Підігрівач сирої води, К9	НН №04 О/С-16	2,604	0,042	62	904	570х200х609	32	71
Мережевий підігрівач, К10	НН №21 О/С-16	33,12	0,24	138	6543	1060х450х1392	100	550
Охолоджувач конденсату, К11	НН №04 О/С-16	2,31	0,042	55	224	570х200х609	32	71

4 ПАЛИВОПОСТАЧАННЯ КОТЕЛЬНІ

4.1 Опис газорегулюючої установки (ГРУ)

Для газопостачання виробничо-опалювальної котельні передбачена ГРУ (газорегулююча установка), яка розташовується в середині приміщення котельні.

Основні функції газорегуляторної установки:

- Зниження тиску газу до заданих параметрів;
- підтримання в автоматичному режимі цього тиску на виході з ГРУ;
- припинення подачі газу при тисках вище максимального і нижче мінімально допустимого;
- очищення газу від істотних механічних домішок;
- облік витрат газу.

Приміщення ГРУ обладнується системами вентиляції, опалення та освітлення. Система вентиляції розрахована таким чином, що забезпечує як мінімум триразовий годинний повітрообмін в приміщенні ГРУ. Система опалення - водяна (температура теплоносія не повинна перевищувати 130 ° С). Внутрішня температура в ГРУ в зимовий час підтримується не нижче +5 ° С. Система штучного освітлення ГРУ виконується з використанням обладнання у вибухозахищеному виконанні.

Тиск на вході газу на ввіді в ГРУ становить 0,6 МПа. На введенні газопроводів в ГРУ і на виведення з неї встановлюються пристрої, що вимикають на відстані 5м.

Газопроводи до котелень агрегатів після ГРУ прокладаються у вигляді тупикових відгалужилося-лень. Газопроводи котелень забезпечуються продувальною свічкою, яка забезпечує відведення газу в атмосферу під час продування газопроводів.

4.2 Склад і функції обладнання (ГРУ)

До складу ГРУ входить наступне обладнання:

Фільтр газовий - служить для очищення газу, що надходить від механічних домішок (пилу, окалини, бруду). Очищення газу необхідна запобігання стирання ущільнюючих поверхонь запірних пристроїв, гострих кромek вимірювальних діафрагм а також запобігання забрудненню імпульсних трубок і дроселів.

Ступінь чистоти фільтра характеризується перепадом тиску, яке контролюється в процесі експлуатації і не повинно перевищувати заданих значень (максимум 10кПа).

Запобіжно-запірний клапан (ПЗК) - для повного автоматичного відключення подачі газу при підвищенні або зниженні тиску газу за регулятором на 25%.

На верхню задану кордон тиску клапан налаштовується стисненням пружини верхньої межі, а на нижню - стисненням пружини нижньої межі. Клапан встановлюється після фільтра перед регулятором тиску.

					ТП 51 61 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Регулятор тиску - забезпечує автоматичне зниження тиску газу і підтримання його значення на заданому рівні незалежно від зміни і коливання тиску у вхідному газопроводі.

Регулятор тиску налаштовується таким чином, що коливання тиску за ним не перевищує 10% від заданого значення.

Запобіжно-скидний клапан (ЗСК) - служить для скидання деякої кількості газу в атмосферу при можливих короткочасних підвищеннях тиску. ПСК налаштовується на величину перевищення тиску меншу, ніж ПЗК. Це дозволяє уникнути відключення подачі газу при незначних коливаннях тиску за рахунок скидання надлишків газу в атмосферу.

Байпас (обвідний газопровід) - обвідний газопровід для подачі по ньому газу під час ревізії або ремонту обладнання ГРУ. При перекладі котельні на харчування по обвідному газопроводу тиск регулюється вручну за допомогою засувки.

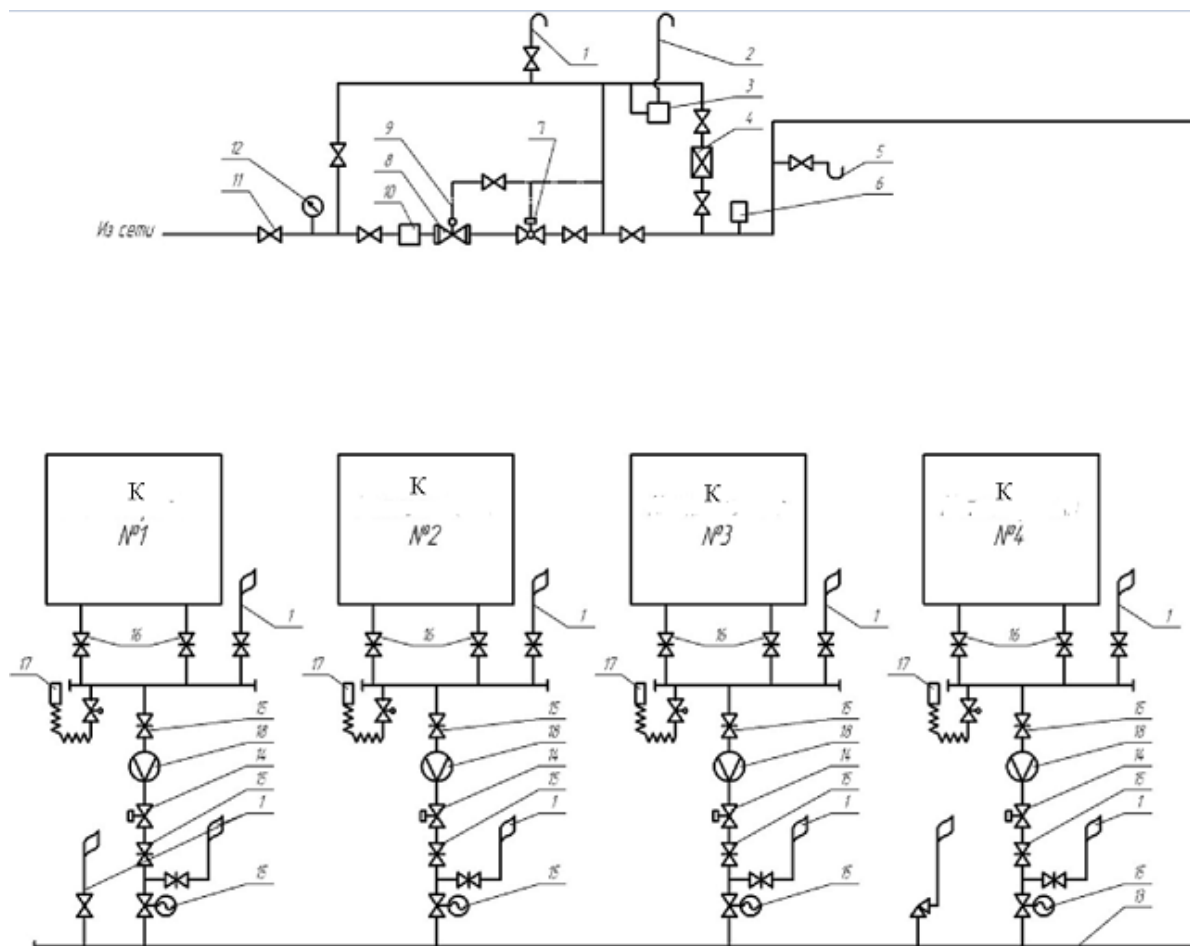
Скидні і продувні лінії - для скидання газу в атмосферу від запобіжно скидного клапана і продувки газопроводів та обладнання.

Вимірювальні прилади - тиску і температури газу.

Вузол обліку - для обліку витрати газу.

Принципова схема газопостачання котельні наведена на Рис (4.1).

					ТП 51 61 012 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



1-продувальна свічка; 2-скидна лини від запобіжного клапана; 3-запобіжний скидний клапан; 4-лічильник; 5,12-манометри; 6-термометр; 7-регулятор тиску; 8-запобіжний клапан; 9-імпульсна лінія; 10-фільтр; 11,15-засувки; 13-загальна магістраль; 14-регулятори витрати; 16-самозмазуючі крани до пальників; 17-запальники; 18-діафрагма для вимірювання витрати газу

Рисунок 4.1 - Принципова схема газопостачання котельні

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТП 51 61 012 ПЗ

Арк.

46

5 ВИРОБНИЦТВО ГУМІНОВИХ ДОБРИВ

5.1 Поняття про гумінові добрива

Гумінові добрива отримують з торфу, бурого вугілля, сапропеля. Це органічні сполуки, до складу яких входять гумінові кислоти, фульво- кислоти, солі цих кислот – гумати і фульвати, а також гумін – міцні сполучення гумінових кислот і фульвокислот з ґрунтовими мінералами. Всі органічні речовини по своєму походженню, характеру і функціям діляться на дві великі групи: органічні залишки і гумус. Першу з них складають відмерлі частини живих організмів, ще не втративші свою анатомічну будову.

Другу, гумус – продукт тривалої трансформації залишків тваринних і рослинних організмів. Гумус (перегній) – сукупність всіх органічних з'єднань, що знаходяться в ґрунті.

При використанні гумінових добрив в сільському господарстві:

збільшується врожайність зернових, кормових і овочевих культур в середньому на 10-30%;

підвищується схожість насіння і їх проростання;

покращується обмін речовин в рослин, підвищується поглинання мінеральних речовин, посилюється корнеутворення;

знижується вміст нітратів, пестицидів, іонів важких металів і радіонуклідів.

5.2 Технології та пристрої для виробництва гумінових добрив з торфа

Виробництво гумінових добрив з торфу в нашій країні виконується за різними технологіями із застосуванням відповідних технічних засобів.

Виробництво рідкого органо-мінерального добрива гумат калію Рис. (5.1) налагоджено з низинного торфу – сировини природного походження, отже, гумат калію – екологічно чисте добриво, до складу якого входять в величезній кількості фізіологічно активні речовини – продукти гуміфікації рослинних залишків і життєдіяльності мікроорганізмів. Склад торфу включає корисні для рослин елементи: пептиди, вуглеводи, ферменти, антибіотики і природні стимулятори росту.

Солі гумінових кислот – саме фізіологічно активна речовина, що отримується в процесі спеціальної обробки торфу. Але, головна відмінність процесу виробництва рідкого добрива гумат калію від виробництва аналогічних продуктів інших виробників – нова, удосконалена італійська технологія з розробок і виділенню гумінових кислот. Завдяки цій технології мікроелементи знаходяться в формі органосполук (тобто у вигляді хелатних сполук) і легко засвоюються рослинами.

За італійською технологією виробництва гумату калію, гумінові кислоти та інші біологічно активні речовини переводяться в доступний для рослин стан, тобто в процесі переробки торфу гумінові кислоти перетворюються в розчинні у воді фізіологічно активні солі – гумати калію і фульвати калію

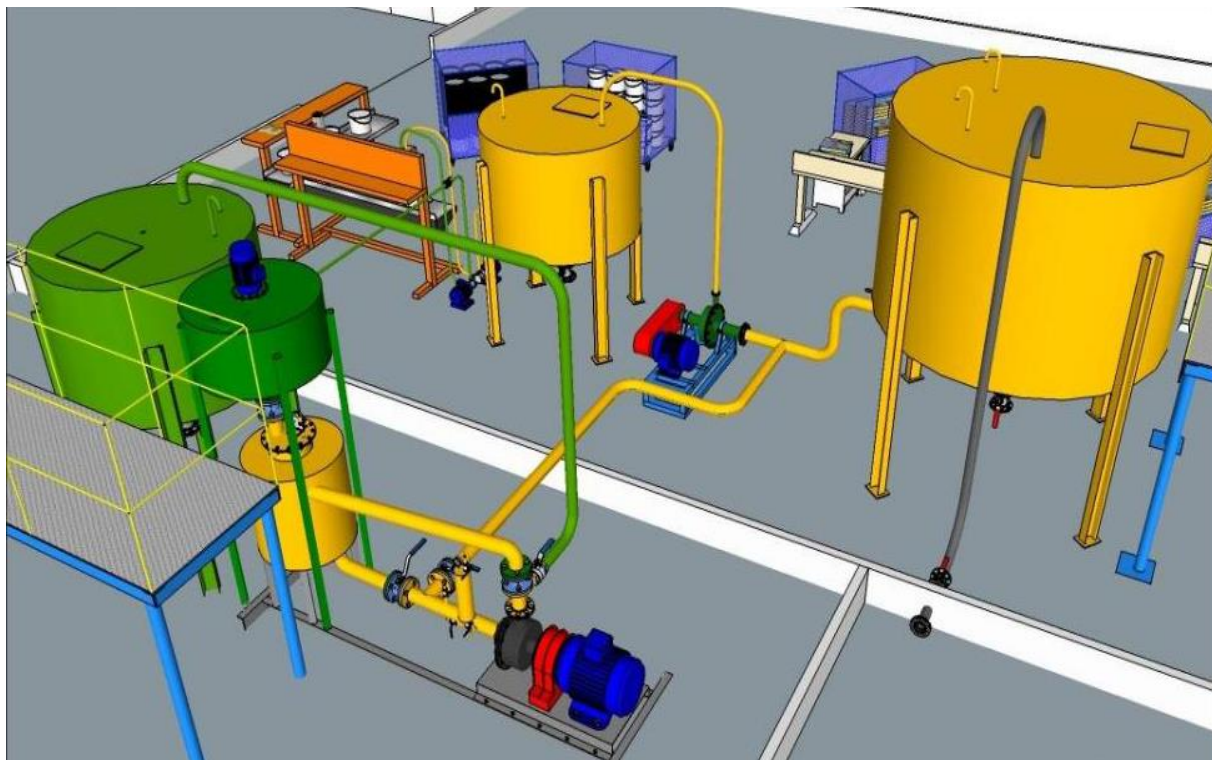
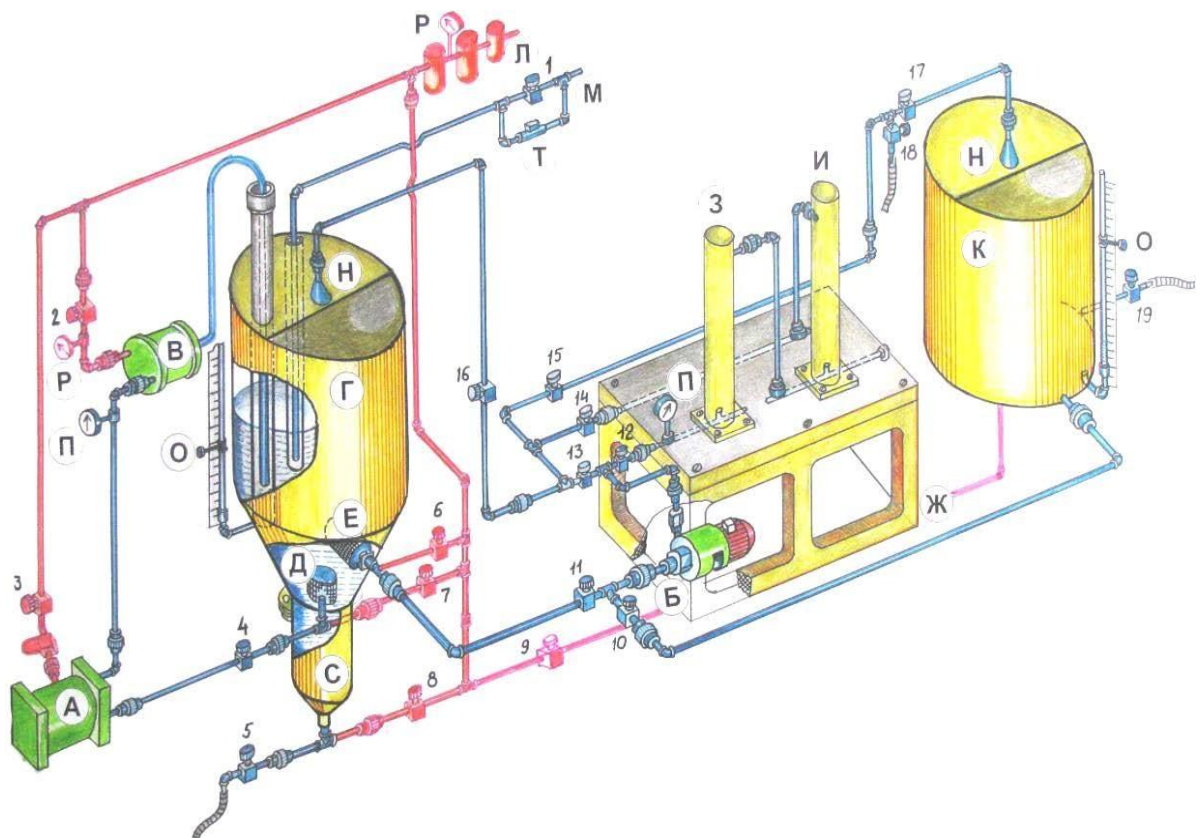


Рисунок 5.1- Цех з виробництва гуматів

Підготовка торфу до екстракції гумінових кислот здійснюється методом просіва через сито. Подача води здійснюється від мережі водопроводу. Лужна екстракція гідратованої торф'яної суміші проводиться при нагріві води до температури 80°C з одночасним включенням барботажного пристрою і введенням лугу. Процес відбувається протягом трьох годинників. Введення лугу забезпечує проходження хімічної реакції, в якій беруть участь вода, луг, торф при певному температурному режимі

У 2012-2013 р. був розроблений технологічний комплекс з виробництву гумінових препаратів з використанням ультразвукового диспергування суспензії торфу з багатоступеневим очищенням баластного гумату Рис (5.2)



А – насос шланговий; Б – насос відцентровий; У – ультразвуковий диспаргатор; Г – реактор; Д – фільтр грубого очищення вузла диспаргації; Е – фільтр грубого чищення пристрою, що фільтрує; Ж – пристрій, що фільтрує; З – фільтр середнього очищення; І – фільтр тонкого очищення; До – ємкість проміжна; Л – фільтри і осушувач повітря; М – фільтри водо підготовки; Н – душируючий пристрій; П – манометер повітряний; Р – манометр рідинний С – ємкість для збору діоксиду кремнію, піщано-кварцевих, гранітних і ін. часток; Т – запірний клапан (вентиль) електромагнітний

Рисунок 5.2– Технологічний комплекс по виробництву гумінових добрив

В основу розробленої технології покладено здобуття високоякісних гумінових препаратів з використанням лужної екстракції торф'яної суспензії. Для забезпечення необхідної чистоти гумінових добрив передбачена їх багатоступінчаста фільтрація з розмірністю очищення до 1 мм, другий рівень – від 1 до 0,25 мм і третій рівень – від 0,25 до 0,1 мм. Процес екстракції суспензії торфу відбувається в спеціальній ємності-реакторі. У реактор заливається підготовлена іонізована і очищена за допомогою фільтрів вода. Включаються ТЕНи, виробляється нагрів води в реакторі. При досягненні температури 80С у реактор рівномірним потоком вводиться підготовлена торф'яна крихта з включенням барботажного пристрою і додається певна кількість луку. Після завершення гідратизації

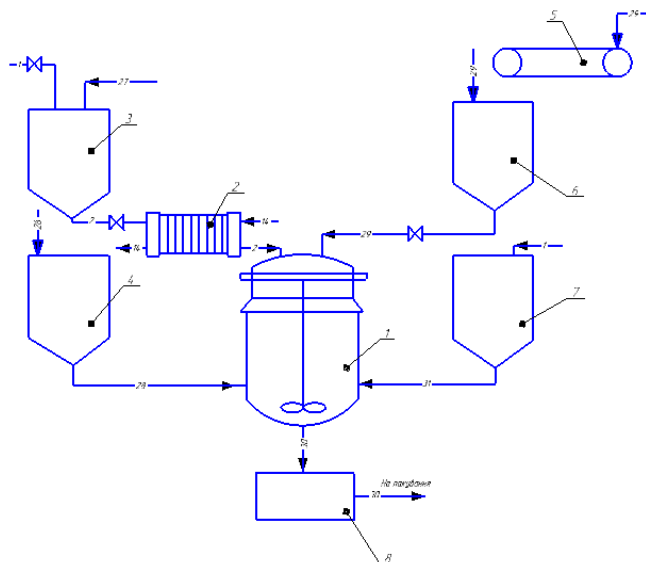
торфу і здобуття однорідної суспензії з осаджуючої ємності реактора віддаляється осад піску

З реактора підготовлена однорідна суспензія торфу подається насосом в ультразвуковий диспегатор, що працює від мережі стислого повітря. Після завершення диспергування отриманий гуміновий препарат перекачується в пропромійну ємкість і далі в багатоступінчастий пристрій, що фільтрує, де проходить очищення і поступає на розливно-фасувальний пристрій

Недоліком всіх вище проаналізованих технологій є те, що не вдається перевести у водорозчинну форму значну частину гумінових речовин торфу. Крім того, отримуваний продукт має низькі споживчі якості: наявність баласту 10-12% і залишкового торфу до 20%, неможливість точного дозування, велика трудомісткість при витяганні з нього гумінових добрив високої концентрації. При цьому використання лугу недостатньо ефективно, оскільки частина її втрачається з відходами і баластом, а також вона руйнує природну структуру гумінових речовин

5.3 Сема отримання баластного гумата калію

Гідроксид калію і вода поступають у ємність 3 Рис (5.3) , після чого розчин КОН нагрівається у теплообміннику 2 і поступає у реактор з мішалкою 1. Буре вугілля транспортером 5 подається у ємність 6, звідки також у реактор 1.



1 – реактор з мішалкою; 2 – пластинчастий теплообмінник; 3 – ємність для розчину КОН; 4 – ємність для амофосу; 5 – транспортер; 6 – ємність для бурого вугілля; 7 – ємність для карбаміду; 8 – приймач

Рисунок 5.3– Схема отримання баластного гумату калію

Розчин КОН і буре вугілля протягом 30 хвилин перемішується. Температура реакційного середовища складає 303 К, протягом цього часу до суміші поступає амофос з ємності 4, в якості фосфорвмісного компоненту. Після цього до суміші поступає пластифікатор (5% розчин карабаміду) з ємності 7. Суміш неперервно перемішуємо протягом 30 хвилин. Отриманий баластний гумат калію направляється в приймач 8, після чого передається на пакування.

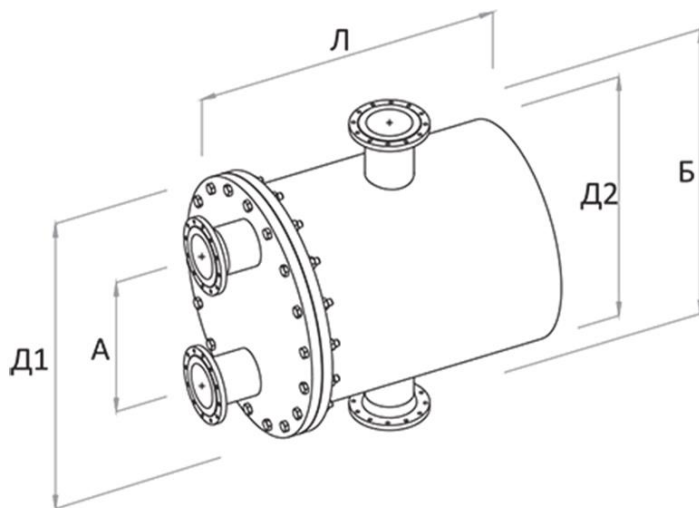
					ТП 51 61 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Розрахунок теплообмінного апарату для схеми отримання гумів калію

Продуктивність розчину КОН, кг/с	—	1,11;
Витрата гріючого масла, кг/с	—	0,59;
Початкова температура розчину КОН, °С	—	25;
Кінцева температура розчину КОН, °С	—	40;
Початкова температура масла, °С	—	130;
Площа поверхні теплообміну, м ²	—	2;
Число пластин	—	12;
Площа поверхні пластини, м ²	—	0,2.

Параметричний розрахунок теплообмінника

Мета розрахунку: визначення площі поверхні теплообміну, а також основних розмірів теплообмінного апарата.



5.4-Кожухотрубний теплообмінник

Вихідні дані:

гріючий агент	—	масло;
речовина, що нагрівається	—	розчин КОН;
масовий вміст КОН у розчині, %	—	30;
початкова температура, $t_{2n}, ^\circ\text{C}$	—	25;
кінцева температура, $t_{2к}, ^\circ\text{C}$	—	40;
продуктивність, G'_2 , т/год	—	4.

Приймаємо рух теплоносіїв протитоком в пластинчастому теплообміннику

Рис(5.4). Температурна схема процесу:

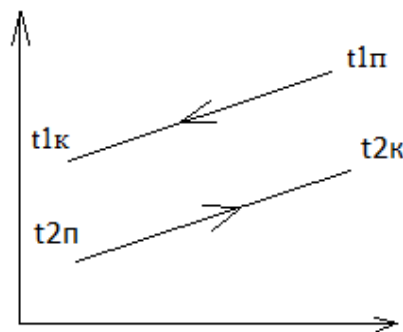


Рисунок 5.4-Рух теплоносіїв в теплообміннику

Розрахуємо більшу і меншу різницю температур:

$$\Delta t_{\delta} = t_{1n} - t_{2к} = 130 - 40 = 90 ^\circ\text{C};$$

$$\Delta t_{\text{м}} = t_{1к} - t_{2n} = 90 - 25 = 65 ^\circ\text{C},$$

де $t_{1к}$ – кінцева температура водяної пари, $^\circ\text{C}$;

$t_{2п}$ – початкова температура води, $^\circ\text{C}$;

$t_{1п}$ – початкова температура водяної пари, $^\circ\text{C}$;

$t_{2к}$ – кінцева температура води, $^\circ\text{C}$.

Тоді середня різниця температур:

$$\Delta t_{\text{cp}} = \frac{\Delta t_{\delta} - \Delta t_{\text{м}}}{\ln \frac{\Delta t_{\delta}}{\Delta t_{\text{м}}}} = \frac{90 - 65}{\ln \frac{90}{65}} = 76,82 ^\circ\text{C}.$$

Середня температура масла та розчину КОН:

$$t_2 = \frac{40 + 25}{2} = 32,5 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

$$t_1 = t_2 + \Delta t_{\text{cp}} = 32,5 + 76,82 = 109,32 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Масові витрати розчину КОН:

$$G_2 = \frac{G_2'}{\tau} = \frac{4000}{3600} = 1,11 \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$

Витрата теплоти:

$$Q = G_2 c_2 (t_{2\kappa} - t_{2n}) = 1,11 \cdot 2892,975 \cdot (40 - 25) = 48216,25 \text{ Вт},$$

де $c_2 = 2892,975 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$ – середня питома теплоємність розчину КОН при $32,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Масові витрати масла з урахуванням 5% втрат теплоти:

$$G_1 = \frac{1,05Q}{c_1(t_{1n} - t_{1\kappa})} = \frac{1,05 \cdot 48216,25}{2123,87 \cdot (130 - 90)} = 0,59 \frac{\text{кг}}{\text{с}},$$

де $c_1 = 2123,87 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$ – середня питома теплоємність масла при $109,32 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Обираємо орієнтовне значення коефіцієнта теплопередачі

$K_{op} = 350 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$ – від рідини до рідини (масло). Тоді площа поверхні

теплообміну становить:

$$F_{op} = \frac{Q}{K_{op} \Delta t_{cp}} = \frac{48216,25}{350 \cdot 76,82} = 1,79 \text{ м}^2$$

Розглянемо теплообмінник з поверхнею $F = 2 \text{ м}^2$, поверхня пластини $f = 0,2 \text{ м}^2$, кількість пластин $N = 12 \text{ шт.}$

Технічна характеристика пластини $f = 0,2 \text{ м}^2$

Еквівалентний діаметр каналу $d_{\text{э}}$, мм8,8

Поперечний переріз каналу, f , 10^4 м^2 17,8

Приведена довжина каналу, м0,518

Габаритні розміри, мм

Довжина960

Ширина460

Товщина1,0

Маса пластини, кг 2,5

Обираємо компоновку пластин по чотири несиметричних пакети по схемі:

					ТП 51 61 012 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_x = \frac{6}{6},$$

де 6 – кількість каналів в пакеті для масла, $m_1 = 6$;

6 – кількість каналів в пакеті для КОН, $m_2 = 6$;

1 – кількість послідовно включених пакетів (ходів) для обох середовищ.

Швидкість гарячої рідини (масла) в шести каналах:

$$\omega_1 = \frac{G_1}{m_1 \rho_1 f} = \frac{0,59}{6 \cdot 838 \cdot 0,00178} = 0,066 \frac{м}{с},$$

де $\rho_1 = 838 \text{ кг/м}^3$ – густина масла при 109,32 °С.

Критерій Рейнольдса для масла:

$$Re_1 = \frac{\omega_1 \cdot d_3 \cdot \rho_1}{\mu_1} = \frac{0,066 \cdot 0,0088 \cdot 838}{0,001452} = 335,2,$$

де $\mu_1 = 0,001452 \text{ Па} \cdot \text{с}$ – динамічний коефіцієнт в'язкості масла при 109,32 °С.

Оскільки $Re_1 > 50$, то режим турбулентний.

Критерій Прандтля для масла:

$$Pr_1 = \frac{c_1 \mu_1}{\lambda_1} = \frac{2123,87 \cdot 0,001452}{0,1264} = 243,98,$$

де $\lambda_1 = 0,1264 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$ – коефіцієнт теплопровідності масла при 109,32 °С.

Критерій Нусельта для масла:

$$Nu_1 = 0,135 Re_1^{0,73} Pr_1^{0,43} \left(\frac{Pr_1}{Pr_{ст.1}} \right)^{0,25} = 0,135 \cdot 335,2^{0,73} \cdot 243,98^{0,43} \cdot (1)^{0,25} = 100,$$

де $\frac{Pr_1}{Pr_{ст.1}} = 1$, оскільки температура рідини та стінки майже не відрізняються.

Тоді формула для розрахунку коефіцієнту тепловіддачі від масла до стінки:

$$\alpha_1 = \frac{Nu_1 \lambda_1}{d_3} = \frac{100 \cdot 0,1264}{0,0088} = 1436,4 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}.$$

Швидкість розчину КОН в шести каналах:

$$\omega_2 = \frac{G_2}{m_2 \rho_2 f} = \frac{1,11}{6 \cdot 1287,9 \cdot 0,00178} = 0,08 \frac{м}{с},$$

де $\rho_2 = 1287,9 \text{ кг/м}^3$ – густина розчину КОН при 32,5 °С.

Критерій Рейнольдса для розчину КОН:

$$Re_2 = \frac{\omega_2 \cdot d_3 \cdot \rho_2}{\mu_2} = \frac{0,08 \cdot 0,0088 \cdot 1287,9}{0,00184} = 492,8,$$

де $\mu_2 = 0,00184 \text{ Па} \cdot \text{с}$ – динамічний коефіцієнт в'язкості розчину КОН при 32,5 °С.

Критерій Прандтля для розчину КОН:

					ТП 51 61 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

$$Pr_2 = \frac{c_2 \mu_2}{\lambda_2} = \frac{2892,975 \cdot 0,00184}{0,567} = 9,39,$$

де $\lambda_2 = 0,567$ Вт/(м·К) – коефіцієнт теплопровідності розчину КОН при 32,5 °С.

Критерій Нусельта для розчину КОН:

$$Nu_2 = 0,135 Re_2^{0,73} Pr_2^{0,43} = 0,135 \cdot 492,76^{0,73} \cdot 9,39^{0,43} = 32,67.$$

Тоді формула для розрахунку коефіцієнту тепловіддачі від розчину КОН до стінки:

$$\alpha_2 = \frac{Nu_2 \lambda_2}{d_s} = \frac{32,67 \cdot 0,567}{0,0088} = 2105 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}.$$

Загальний термічний опір:

$$R_{\text{пт}} = \frac{1}{r_1} + \frac{\delta_{\text{ст}}}{\lambda_{\text{ст}}} + \frac{1}{r_2} = \frac{1}{2900} + 5,7 \cdot 10^{-5} + \frac{1}{5800} = 5,7 \cdot 10^{-4} \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}},$$

де r_1 – теплова провідність забруднень зі сторони масла, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$;

r_2 – теплова провідність забруднень зі сторони розчину КОН, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$;

$\lambda_{\text{ст}}$ – теплопровідність нержавіючої сталі, $\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$;

$\delta_{\text{ст}}$ – товщина гофрованої пластини, м.

Коефіцієнт теплопередачі:

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_1} + R_{\text{пт}} + \frac{1}{\alpha_2} = \frac{1}{492,8} + 5,7 \cdot 10^{-4} + \frac{1}{2105} = 0,003 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}};$$

$$K = 333,3 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}.$$

Розрахункова поверхня теплопередачі:

$$F_p = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{\text{cp}}} = \frac{48216,25}{333,3 \cdot 76,82} = 1,9 \text{ м}^2$$

Запас:

$$\frac{F - F_p}{F_p} \cdot 100\% = \frac{2 - 1,9}{1,9} \cdot 100\% = 5,3\%$$

Запас поверхні достатній.

Висновок: Остаточню обираємо теплообмінник з поверхнею $F = 2 \text{ м}^2$, поверхня пластини $f = 0,2 \text{ м}^2$, кількість пластин $N = 12 \text{ шт.}$

					ТП 51 61 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Мета розрахунку: підбір діаметрів штуцерів зі стандартного ряду за відомим витратами потоків та рекомендованими швидкостями.

Розрахункова схема діаметрів штуцерів наведена на Рис (5.5).

Методика розрахунку згідно

Вихідні дані:

гарячий теплоносіє	—	масло;
речовина, що нагрівається	—	розчин КОН;
масова продуктивність розчину КОН, G_2 , кг/с	—	1,11;
масова продуктивність масла G_1 , кг/с	—	0,59;
густина розчину КОН ρ_2 , кг/м ³	—	1287,9.

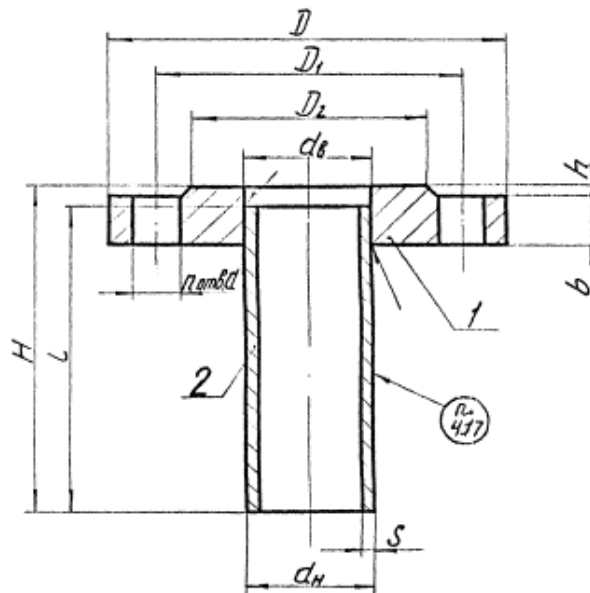


Рисунок 5.5 – Схема розрахунку діаметрів штуцерів

Згідно з методикою приймемо швидкість у штуцерах:

для масла $\omega_1 = 3$ м/с;

для розчину КОН, що подається під тиском, $\omega_2 = 3$ м/с.

Діаметр штуцерів для масла:

$$d'_{шт1,2} = \sqrt{\frac{4 \cdot G_1}{\pi \cdot \rho_1 \cdot \omega_1}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,59}{3,14 \cdot 838 \cdot 3}} = 0,017 \text{ м.}$$

Приймаємо $d_{шт1,2} = 18$ мм.

					ТП 51 61 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Тоді дійсна швидкість масла в штуцерах:

$$\omega_{1д} = \frac{4 \cdot G_1}{\pi \cdot \rho_1 \cdot d_{шт1}^2} = \frac{4 \cdot 0,59}{3,14 \cdot 838 \cdot 0,018^2} = 2,77 \frac{м}{с}.$$

Розрахована дійсна швидкість масла в штуцерах знаходиться в рекомендованому діапазоні значень.

Діаметр штуцерів для розчину КОН:

$$d'_{шт3,4} = \sqrt{\frac{4 \cdot G_2}{\pi \cdot \rho_2 \cdot \omega_2}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,11}{3,14 \cdot 1287,9 \cdot 3}} = 0,019 м.$$

Приймаємо $d_{шт3,4} = 21 мм.$

Тоді дійсна швидкість розчину КОН в штуцерах:

$$\omega_{3,4д} = \frac{4 \cdot G_2}{\pi \cdot \rho_2 \cdot d_{шт3,4}^2} = \frac{4 \cdot 1,11}{3,14 \cdot 1287,9 \cdot 0,021^2} = 2,5 \frac{м}{с}.$$

Розрахована дійсна швидкість розчину КОН в штуцерах знаходиться в рекомендованому діапазоні значень.

Висновок: Остаточню обираємо діаметри штуцерів:

для масла $d_{шт1,2} = 18 мм;$

для розчину КОН $d_{шт3,4} = 21 мм.$

Метою розрахунку є визначення втрат тиску у теплообміннику.

Вихідні дані:

масові витрати масла, $G_1, \frac{кг}{с}$	—	0,59;
масові витрати розчину КОН, $G_2, \frac{кг}{с}$	—	1,11;
діаметр штуцера для масла, $d_{шт1,2}, м$	—	0,018;
діаметр штуцера для розчину, $d_{шт3,4}, м$	—	0,021;
критерій Рейнольдса для масла, Re_1	—	335,2
критерій Рейнольдса для розчину, Re_2	—	492,8;
густина масла $\rho_1, кг/м^3$	—	838;
густина розчину КОН $\rho_2, кг/м^3$	—	1287,9.

					ТП 51 61 012 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт гідравлічного опору при турбулентному режимі:

$$\xi_1 = \frac{15}{\text{Re}_1^{0,25}} = \frac{15}{335,2^{0,25}} = 3,506.$$

Швидкість руху масла в штуцерах:

$$\omega_{\text{шт.1,2}} = \frac{G_1}{\rho_1 \cdot 0,785 \cdot d_{\text{шт.1,2}}^2} = \frac{0,59}{838 \cdot 0,785 \cdot 0,018^2} = 2,77 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Гідравлічний опір теплообмінника для масла:

$$\Delta P_1 = x_1 \cdot \xi_1 \cdot \frac{L_n}{d_e} \cdot \frac{\rho_1 \cdot w_1^2}{2} = 1 \cdot 3,506 \cdot \frac{0,518}{0,0088} \cdot \frac{838 \cdot 0,066^2}{2} = 376,67 \text{ Па}.$$

Коефіцієнт гідравлічного опору ξ_2 :

$$\xi_2 = \frac{15}{\text{Re}_2^{0,25}} = \frac{15}{492,8^{0,25}} = 3,18.$$

Швидкість руху розчину КОН в штуцерах:

$$\omega_{\text{шт.3,4}} = \frac{G_2}{\rho_2 \cdot 0,785 \cdot d_{\text{шт.3,4}}^2} = \frac{1,11}{1287,9 \cdot 0,785 \cdot 0,021^2} = 2,49 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Гідравлічний опір теплообмінника для розчину КОН:

$$\Delta P_2 = x_2 \cdot \xi_2 \cdot \frac{L_n}{d_e} \cdot \frac{\rho_2 \cdot w_2^2}{2} = 1 \cdot 3,18 \cdot \frac{0,518}{0,0088} \cdot \frac{1287,9 \cdot 0,08^2}{2} = 771,45 \text{ Па}.$$

Висновок: Розраховано гідравлічний опір у теплообміннику, для масла – $\Delta P_1 = 376,67 \text{ Па}$, для розчину КОН – $\Delta P_2 = 771,45 \text{ Па}$.

В результаті розрахунків був підібраний стандартний пластинчастий теплообмінник. Поверхня теплообміну $F = 2 \text{ м}^2$, поверхня пластини $f = 0,2 \text{ м}^2$, кількість пластин $N = 12$ шт. Матеріал основних деталей апарату – легована сталь Х18Н10Т. Було проведено розрахунки, які підтверджують працездатність і надійність конструкції. Розрахунки показали його придатність до використання.

Апарат призначений для нагрівання 30-% розчину КОН та продуктивністю $G = 1,11 \text{ кг/с}$ за допомогою масла від початкової температури $t_{2\text{п.}} = 25^\circ\text{C}$ до кінцевої $t_{2\text{к.}} = 40^\circ\text{C}$. Апарат задовольняє вимогам техніки безпеки та експлуатації

					ТП 51 61 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці - система забезпечення безпеки життя й здоров'я працівників у процесі трудової діяльності, що включає правові, соціально-економічні, організаційно-технічні, санітарно-гігієнічні, лікувально-профілактичні, реабілітаційні та інші заходи.

У даному дипломному проекті проводились дослідження виробничо-опалювальної котельні в місті Ромни.

Таким чином, при реалізації мети дипломного проекту можуть виникати наступні потенційно шкідливі та небезпечні виробничі фактори по ГОСТ 12.0.003-74:

- підвищена температура обладнання;
- підвищений рівень шуму;
- підвищення напруги мережі, яка може замкнути через тіло людини;
- недостатня освітленість робочої зони;
- некомфортні умови мікроклімату робочої зони.

В даному розділі запропоновані: технічні рішення та організаційні заходи з безпеки експлуатації теплотехнічного обладнання, а також технічні рішення щодо створення оптимальних санітарно-гігієнічних умов праці та виробничої санітарії та визначені основні заходи з безпеки при пожежі.

6.1 Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки експлуатації теплотехнічного обладнання

Враховуючи техніко-нормативно-правові бази (гр. II ДНАОП 0.00.1.26-98, гр. I ДНАОП 0.00.1.08-98) для забезпечення безпечної експлуатації котельні передбачені такі технічні рішення:

1. Для захисту трубопроводів та обладнання від підвищення тиску більше запроектованого устаноюються запобіжні клапани (два на сухопарнику і один на збірному паровому колекторі за пароперегрівачем), які розраховані на підвищення тиску більше запланованого у відповідності до вимог діючих норм і правил. Усі запобіжні клапани продуваються.

2. Підтримується заданий рівень води в барабані котла, зміна якого на недопустиму величину призведе до руйнування обладнання і може загрожувати обслуговуючому персоналу. Тому для запобігання цьому передбачені відповідні технологічні захисти.

3. Усі небезпечні зони огорожені (працюючі насоси, електродвигуни, відкритий

					ТП 51 61 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

розподільчий пристрій та ін.);

4. Конструкцією трубопроводів передбачена можливість термічного розширення за рахунок їх кріплення за допомогою пружинних та ковзаючих опор.

5. Усе тепломеханічне устаткування, що має температуру зовнішньої поверхні вище 45 °С, при температурі повітря +25 °С теплоізолюється, щоб температура на поверхні теплоізоляції була не вище 45 °С. Устаткування на якому необхідно робити систематичний контроль металузабезпечується знімною ізоляцією.

6.1.1 Електробезпека

Для забезпечення електробезпеки впроваджуються наступні системи заходів:

1. Система заходів для запобігання електротравм від контакту з нормально струмовідвідними елементами устаткування.

Проектом передбачено розміщення струмоведучих частин електрообладнання в важкодоступних для людини місцях, якщо це неможливо, то використовуються захисні огорожі; освітлювальні лампи розміщені на висоті більш ніж 2,5 м від підлоги.

Проектом передбачено проведення всіх електромонтажних робіт з використанням захисних засобів. Напруга живлення переносних ламп - 12 В. Передбачені засоби індивідуального захисту (діелектричні рукавиці, гумові килими, чоботи, штанги тощо).

2. Система заходів для запобігання електротравм при переході напруги на нормально неструмовідні елементи електроустаткування.

При роботі електрообладнання пробій ізоляції на корпус призводить до того, що торкання до корпусу приладу чи щита розглядається як торкання до фази, що призводить до ураження електричним струмом. Проектом передбачено застосування занулення корпусів, кожухів та інших нормально неструмоведучих частин електроапаратури. Це дозволяє перетворити будь-який пробій фази на корпус у коротке замикання, що призводить до спрацювання максимального струмового захисту.

До схеми занулення ПУЕ ставить наступні вимоги (напруга мережі 380/220 В):

1) струм трьохфазного короткого замикання повинен перевищувати на менш ніж 3 рази номінальний струм плавкої вставки найближчого запобіжника або струм спрацювання роз'єднувача автоматичного вимикача;

2) повна провідність нульового проводу повинна бути не менш ніж провідність фазного проводу;

3) опір заземлюючого пристрою, до якого під'єднуються нейтралі джерел живлення не повинен перевищувати значень: заземлення нейтралі трансформаторів - 40 Ом; повторних землеувачів нульового проводу - 30 Ом; еквівалентний штучних заземлювачів –

					ТП 51 61 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

10 Ом; еквівалентний кожного повторного заземлювача - 30 Ом.

В приміщенні проектом передбачено занулення таких електроспоживаючих приладів: металеві корпуси контрольно-вимірювальних приладів (JUMO); регулюючих пристроїв (контролер); реле перепаду тиску, апарати захисту, управління, сигналізації; корпуси електродвигунів виконавчих механізмів та електропривода засувки; металеві щити (теплопункт) та пульти (диспетчерська) на яких встановлено електроприлади, апарати та інші засоби автоматизації; металеві оболонки контрольних та силових кабелів; металорукава, сталеві труби електропроводок, протяжні та з'єднувальні коробки; стаціонарні металеві огорожі відкритих струмоведучих частин електроустаткування; електроінструмент (згідно з ГОСТ12.1.019-79).

Система електрозахисних засобів.

Для реалізації цієї системи заходів використовується електрозахисні переносні засоби та перевізні вироби для захисту робочих в електроустаткуванні від дії електричного струму електричної дуги або електромагнітного поля.

Перелік застосованих засобів захисту регламентується [ДНАОП 1.1.10-1.07-01].

Для захисту обслуговуючого персоналу використовуються колективні (попереджувачі плакати та написи), індивідуальні (рукавички, окуляри, боти, штанги та клещі), ізолюючі (спец, одяг, спец, взуття), огорожувальні (переносні екрани, огорожі) та захисні (каска, пояс, рукавички) засоби захисту.

6.1.2 Технічні рішення по запобіганню електротравм при переході напруги на нормально неструмовідні частини електроустановок (аварійний режим роботи)

Для захисту працюючих від ураження електричним струмом при переході напруги на неструмовідні частини установок проектом реконструкції тепло пункту передбачено: занулення всіх корпусів електродвигунів насосів та регулюючих клапанів, так як вони можуть бути під напругою при пошкодженні ізоляції.

Метою занулення є виключення небезпеки ураження електричним струмом персоналу при пробі на корпус обладнання одною з фаз мережі. Це досягається завдяки швидкому вимиканню, максимальним струмовим захистом ділянки, на якій виникло замикання на корпус. При зануленні пробій на корпус приводить до короткого замикання фази (контур: нульовий провідник – фаза – фазовий провідник – корпус споживача – нульовий провідник).

При цьому використовуються вимоги ПУЕ – 206 до схеми занулення:

- забезпечується необхідна кратність струму короткого замикання;
- забезпечується цілісність нульового провідника та використання повторних

					ТП 51 61 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

заземлювачів нульового провідника;

- контроль занулення проводиться при вводі в експлуатацію, перевірка здійснюється кожні 5 років;
- у нульовому проводі не дозволяється установка роз'єднувачів та інших приладів розриву електричного цепу;
- не дозволяється використовувати трубопроводи в якості нульового робочого проводу.

6.2 Технічні рішення та заходи з гігієни праці та виробничої санітарії

Теплоенергетичні виробничі процеси характеризуються наявністю потенційно шкідливих факторів, до яких відносяться: підвищена загазованість повітря робочої зони, підвищена або знижена температура повітря робочої зони, підвищені вібрації та шум. Роботи в котельному цеху, згідно з ДСН 3.3.6.042-99, відносяться до категорій робіт середньої важкості (витрати енергії 201–250 ккал/год), тепловий потік у цеху – у межах припустимого (не повинен перевищувати 35–50 Вт/м²).

6.2.1 Технічні рішення та організаційні заходи щодо створення оптимальних санітарно-гігієнічних умов праці

Відповідно ДСН 3.3.6.042-99 під мікрокліматом виробничих приміщень розуміють клімат їх внутрішнього середовища, який визначається діючими на організм людини температурою, вологістю, швидкістю руху повітря та тепловим випромінюванням.

Для того, щоб досягти та підтримати параметри мікроклімату на оптимальному або допустимому рівні здійснюється природня і штучна вентиляція та опалення приміщень.

Вентиляція котельного цеху – природня, здійснюється за рахунок різниці температур в середині та ззовні приміщення. повітря надходить через віконні прорізи і фрамуги, а віддаляється через аераційні ліхтарі стельових перекриттів. Забір повітря нагнітаючого вентилятора здійснюється в зимовий період ззовні, а в літній час – в верхній частині турбінного відділення.

Система вентиляції сприяє асиміляції тепловиділень та розбавленню шкідливих факторів до граничнодопустимих концентрацій та підтримує у приміщеннях у літній період температури повітря: у турбінному відділенні та інших приміщеннях, у яких відсутні постійні робочі місця – не більше 33°C (306 K), що відповідає вимогам ДСН 3.3.6.042-99.

					ТП 51 61 012 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Опалення в приміщенні котельного цеху здійснюється за допомогою тепла, яке виділяється з поверхонь котлів, а також за рахунок відбору повітря з повітропроводів (на ділянках за повітропідігрівниками котлів).

Опалення операторської здійснюється за рахунок реєстрів з теплоносієм, та кондиціонером, це дозволяє підтримувати задану температуру в приміщенні.

6.2.2 Мікроклімат робочої зони

Рухливість повітря не повинна перевищувати 0,1 м/с. Мікроклімат виробничих приміщень характеризується такими параметрами як температура, швидкість руху, відносна вологість повітря.

Фактичні норми температури та відносної вологості, у приміщенні котельного цеху не виходять за рамки допустимих, приведених в таблиці 6.1, це досягається за рахунок вище описаних опалювальної та вентиляційної системи.

Таблиця 6.1 – Оптимальні та допустимі норми температури

Період року	Температура, °С		Відносна вологість, %	
	Оптимальна	Допустима	Оптимальна	Допустима
Холодний	17-19	Для постійних робочих місць 15-23, для непостійних 10-24	40-60	75
Теплий	20-22	Для постійних робочих місць 16-27, для непостійних 15-29	40-60	75 при $t < 24^{\circ}\text{C}$

Примітка: допустима відносна вологість для теплового періоду показана при температурі 26°C.

6.2.3 Допустимі рівні виробничого шуму та їх забезпечення

Шум нормується за граничними спектрами, тобто встановлюється допустимий рівень сили звуку (дБ) в стандартних октавних смугах зі середньгеометричними частотами 31,5 – 8000 Гц або за рівнем звуку – в дБА.

Відповідно до ДСН – 3.3.6.037-99 нормуються допустимі рівні звукового тиску.

Для котельного відділення допустимий рівень сили звуку на середньгеометричній частоті 1000 Гц дорівнює 80 дБА (нормується за ПС-75) ДСН – 3.3.6.037-99 (таблиця 6.2).

					ТП 51 61 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

Таблиця 6.2 – Допустимі рівнів звуку у котельному цеху

Характер виконання робіт	Норма	Факт.
Обслуговування дуттьових вентиляторів	80 дБА	79-117 дБА
Обслуговування димососів	80 дБА	94-109 дБА
Обслуговування паропроводів	80 дБА	87-98 дБА

В результаті порівняння даних вище наведених таблиць виявляється, що рівні шуму, створювані енергетичним устаткуванням, перевищують припустимі значення рівнів шуму 80 дБА, для робочих зон виробничих приміщень.

Шум виникає при роботі вентиляторів, насосів, при проходженні пари і води в трубопроводах і т.д..

Для досягнення допустимого рівня шумових характеристик проектом передбачаються такі заходи:

1. Зниження шуму у джерелі виникнення (використання підшипників сковзання);
2. Зниження шуму методами звукопоглинання та ізоляції там де це можливо;
3. Живильні насоси закриваються спеціальними звукобирними кожухами;
4. Використання індивідуальних засобів захисту (вкладиші у вушні раковини, навушники, що поглинають звук, звукоізолюючі шлеми і каски, звукоізолюючі костюми та ін) при тривалому перебуванні обслуговуючого персоналу у безпосередній близькості від джерел шуму.

6.2.4 Допустимі рівні виробничої загальної вібрації та їх забезпечення

Відповідно до ДСН 3.3.6.039-99 нормуються нормуються допустимі величини віброшвидкості (м/с) чи віброприскорення (м/с²), або логарифмічні рівні віброшвидкості, залежно від частоти коливань, їх виду, напрямку і часу дії протягом зміни.

Рівень вібрації устаткування на робочих місцях також не повинен перевищувати допустимі значення, що наведені у таблиці 6.3.

Устаткування, яке не в повній мірі задовільняє вимогам нормативів встановлюється на спеціальних вібропоглинаючих пристроях (амортизатори, прокладки).

Головними джерелами вібрації є: турбіна, різні насоси і електродвигуни, трубопроводи та ін.

Таблиця 6.3 – Санітарних норм спектральних показників вібраційного навантаження на оператора

Середньогометричні частоти октавних полос, Гц	Нормативні значення у напрямках			
	Вібропрископення		Віброшвидкості	
	м/с ²	дБ	10 ⁻²	дБ
8	1,4	123	2,8	115
31,5	2,7	129	1,4	109
63	5,4	135	1,4	109
125	10,7	141	1,4	109
250	21,3	147	1,4	109
500	42,5	153	1,4	109
1000	85,0	159	1,4	109

З метою зниження вібрації здійснені наступні заходи:

- у фундаменті котельного відділення встановлені деформаційні шви для зниження загальної вібрації;
- в трубопроводах з підвищеною швидкістю середовища встановлені фіксуючі направляючі пристрої;
- все обладнання встановлено на фундаменти з вібропоглинаючих матеріалів;
- застосовано віброізолюючі прокладки під приводи насосів зниження вібрації на шляху поширення;
- в трубопроводах застосовано компенсатори;
- використання індивідуальних засобів захисту.

6.2.5 Допустимі рівні інфрачервоного випромінювання та їх забезпечення

У процесі роботи обладнання на працюючих діє інфрачервоне випромінювання (в результаті роботи тепломеханічного обладнання).

Для інфрачервоного випромінювання нормуються: інтенсивність теплового випромінювання від поверхні нагрітого обладнання, трубопроводів, приладів освітлення у залежності від поверхні тіла працюючого, що опромінюється, тривалості опромінювання та категорії робіт, що виконуються працівником.

Інтенсивність теплового опромінювання працюючих не повинна перевищувати 35 Вт/м² при опроміненні 50 % поверхні тіла і більше, 70 Вт/м² при опроміненні 25-50 % тіла, 100 Вт/м² при опроміненні 25 % тіла.

Технічні рішення щодо попередження шкідливого впливу цього випромінювання на працюючих:

1. Автоматизація технологічних процесів (дистанційне управління).
2. Екранування обладнання, що опромінює.
3. Поверхні теплосилового обладнання з температурою носія більше 45°C всередині приміщення та вище 60°C зовні приміщення мають теплову ізоляцію (ізоляція трубопроводів, обмурівка котлоагрегату, та ін).
4. Застосовується вентиляції і кондиціювання повітря, для зниження впливу опромінення.
5. Використання індивідуальних засобів захисту (захисні маски при виконанні зварювальних робіт, комбінезони).

6.3Протипожежна безпека

Пожежна безпека – стан об’єкта, за якого з регламентованою імовірністю виключається можливість виникнення і розвитку пожежі та впливу на людей її небезпечних факторів, а також забезпечується захист матеріальних цінностей [9].

Приміщення теплового пункту згідно з НАПБ Б07.005-86 відноситься до категорії Д (пожежобезпечні – негорючі речовини та матеріали у холодному стані). Джерелом пожежі може бути спалення електроізоляції кабелю при короткому замиканні чи дії обслуговуючого персоналу, які порушують правила пожежної безпеки (використання відкритого вогню, куріння у недозволених місцях). Приміщення тепlopункту не відноситься до вибухонебезпечних, тому що тут не використовуються легкозаймисті речовини та немає умов для створення вибухонебезпечних сумішей.

Системи пожежної безпеки - це комплекс організаційних заходів і технічних засобів, спрямованих на запобігання пожежі та збитків від неї.

Відповідно до ГОСТ 12.1.004-91 пожежна безпека об’єкта повинна забезпечуватися системою запобігання пожежі, системою протипожежного захисту і системою організаційно – технічних засобів.

Системи пожежної безпеки мають запобігати виникненню пожежі і впливу на людей небезпечних факторів пожежі на необхідному рівні.

Потрібний рівень пожежної безпеки людей за допомогою зазначених систем, згідно з ГОСТ 12.1.004-91, не повинен бути меншим за 0,99999 відвернення впливу на кожну людину, а допустимий рівень пожежної безпеки для людей не може перевищувати

					ТП 51 61 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

10⁻⁶ впливу небезпечних факторів пожежі, що перевищують гранично допустимі значення на рік у розрахунку на кожну людину.

Основні засоби попередження пожеж:

- застосування електрообладнання, яке задовольняє вимогам електростатичної електробезпеки по ГОСТ 12.1.018-79;
- застосування захисту від короткого замикання на розподільчому щиті фабрики;

Основні технічні рішення по системі протипожежного захисту:

- проектом передбачено, що тепловий пункт має індивідуальний вихід;
- для пожежної сигналізації застосовані пристрої охоронної сигналізації УОТС-11, які працюють з димовими та тепловими датчиками. Датчики встановлено на стелі;
- передбачено первинні засоби пожежогасіння: вогнегасники ОУ-5 ГОСТ 7276-77, ящик с піском, щільна тканина, лопата. Вогнегасник розташовано біля входу у тепловий пункт;
- проектом запроектовано, що електродвигуни, електродроти та кабелі за виконанням та ступенем захисту відповідають класу зони і мають арматуру захисту від струму короткого замикання та ін. аварійних режимів;
- плавкі вставки запобіжників калібровані, з визначенням на клеймі номінального струму вставки;
- на електродвигуни, світильники передбачається нанесення знаків, які вказують їх ступінь захисту відповідно стандартів;
- проектом передбачено, що з'єднання, відводи та кінцівки жил проводів виконується за допомогою опресовки, зварювання, пайки;
- прийнято, що переносні світильники мають скляні ковпачки та сітки;
- передбачено стаціонарне застосування водяного пожежогасіння з пожежними кранами у настінних шафах.

					ТП 51 61 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

ВИСНОВКИ

В першому розділі було наведено опис технологічної схеми виробничо-опалювальної котельні.

З метою не втратити позиції підприємства і бути конкуренто-спроможним потрібно було вдосконалити деяке обладнання та замінити окремі вузли, а саме: було замінено 4 котлоагрегати, у відповідності до параметрів були підібрані живильні насоси, було замінено деаератор, та замінені звичайні пластинчасті теплообмінники на більш ефективні кожухопластинчасті.

В подальшому були проведені розрахунки для лінії з виробництва гумата калія, и результаті розрахунків був підібраний стандартний пластинчастий теплообмінник. Поверхня теплообміну $F = 2 \text{ м}^2$, поверхня пластини $f = 0,2 \text{ м}^2$, кількість пластин $N = 12$ шт. Матеріал основних деталей апарату – легована сталь X18H10T. Було проведено розрахунки, які підтверджують працездатність і надійність конструкції. Розрахунки показали його придатність до використання.

В розділі «Охорона праці» розглянуті питання, пов'язані із правилами технічної експлуатації теплоенергетичного обладнання, розроблені відповідно до законів України, нормативно-правових актів Кабінету Міністрів України, міжгалузевих і галузевих нормативних документів з організаційних і технічних питань функціонування теплоенергетичного обладнання.

Наведені рекомендації щодо безпечної організації праці на підприємстві; технічні рішення та організаційні заходи з безпеки експлуатації теплотехнічного обладнання; технічні рішення та заходи з гігієни праці та виробничої санітарії; особливості протипожежної безпеки та ін.

					ТП 51 61 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Боженко М.Ф. Джерела теплопостачання та споживачі теплоти: Навч. посіб./ М.Ф.Боженко, В.П.Сало, – К.: ІВЦ „Видавництво «Політехніка»”, 2004. – 192 с.
2. Теплові навантаження. Теплові схеми котелень. Метод. вказівки до викон. розрахункової роботи з дисципліни «Джерела теплопостачання та споживачі теплоти» для студ. напряму підготовки 6.05060101 «Теплоенергетика» освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» / Уклад.: М.Ф. Боженко, Ю.В. Шовкалюк. – Київ : НТУУ «КПІ», ТЕФ, 2013. - 52 с.
3. Краснощеков Е.А. Задачник по теплопередаче: Учебн. пособие для вузов./ Е.А. Краснощеков, А.С. Сукомел – 4-е изд., перераб. – М.: Энергия, 1980. - 288 с., ил.
4. Лебедев П.Д. Теплоиспользующие установки промышленных предприятий: Учебн. пособие для вузов./ П.Д.Лебедев, А.А.Щукин, - М.: Энергия, 1970. – 408 с., ил.
5. Алабовский О. М. Проектування котелень промислових підприємств : курсове проектування з елементами САПР : навч. посібник для студентів вузів із спец. «Промислова теплотехніка» / О. М. Алабовський, М. Ф. Боженко, Ю. В. Хоренженко. – Київ : Вища школа, 1992. – 207 с.б. ДБН В. 2. 6 – 31 : 2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. – Чинні від 2007-04-01. – Київ : Мінбуд України, 2006. – 65 с.
6. Эстеркин Р.И. Котельные установки. Курсовое и дипломное проектирование: уч. пособ. Для техникумов / Р.И Эстеркин Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. Отд-ние, 1989.
- 7 . Сайт компании «Ридан» www.ridan.ru.

Поз.	Позначення	Найменування	кількіс ть	Маса, кг	Примітка
		Документація			
	ТП 5161 012ТМК	Компоновка обладнання	2		
		Обладнання			
K1		Котел паровий ДКВР-6,5-125М	4	11923	D=6,5т/год P=1,4Мпа
K2		Економайзер БВЭС-III-2	4	3231	F=85м² P=2,5Мпа
K3		Деаератор атмосферного типу ПА-25/15	1	4424	G=25т/год P=0,12Мпа
K4		Насос вхідної води GRUNDFOS CR 15-4	2	87	G=12,1м³/год п
K5		Насос живильний GRUNDFOS CRE 32-2 А-Е-А-Е НООЕ	2	115	G=29м³/год H=20м
K6		Насос мережевий TPE 125-320/4-S А-Е-А ВАОЕ	2	429	G=145м³/год п
K7		Насос підживлюючий CR 5-4 А-ЕГ L-A-V НООУ	2	27,4	G=6,7м³/год H=14,9м
K8		Насос конденсатний CR 5-4 А-ЕГ L-A-V НООУ	2	27,4	G=6,7м³/год H=14,9м
K9		Охолоджувач безперервної продукції НН №14 О/С-16	1	200	Q=1184кВт E=0,6м
K10		Підігрівач сирої води НН №04 О/С-16	1	71	Q=904кВт E=2,604м
K11		Мережевий підігрівач НН №21 О/С-16	2	550	Q=6543кВт E=33,12м²
12		Охолоджувач конденсату НН №04 О/С-16	2	71	Q=224кВт E=2,31м
K13		Охолоджувач пари ОВА-2	1	232	F=2м²
K14		Сепаратор безперервної продукції СП	2	470	Gпр=3,5 т/год
K15		Солерозчинник С-0,5-0,7	2	238,3	MNaCl=60кг V=0,5м³
K16		Фільтр НА-катіонітний ФИПз L-07-06-№2	3	480	G=12м³/год Dv=700мм
K17		Фільтр НА-CL-іонний ФИСДВр-15-06	3	1800	G=100м³/год п
K18		Бак відмив очної води V=2м³	2	-	V=2м³
K19		Бак конденсатний V=10м³	2	-	V=10м³
K20		Вентилятор ВДН -10-1500	4	523	G=10460м³/год
K21		Димосос ВДН -10-1000	4	625	G=13620м³/год

Зам.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.									Літера	Аркуш
Перев.									Д П С	1
										2
Н.Контр.										
Затв.										

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ Олійник Богдан Валерійович
прізвище, ім'я, по-батькові

№ п/п	Найменування праць	Рукописні або друківні	Назва видавництва,журкала (номер,рік) або номер авторського свідоцтва,номер дипломного на винахід	Кількість друкованих аркушів або сторінок разом	Прізвище співавтора праці
1	2	3	4	5	6
1	Про особливості конструкцій кожухопластинчастих теплообмінників і перспективи їх застосування	Друк	X міжнародна науково-технічна конференція «Енергетика. Екологія. Людина»	7 стор.	Гавриш А. С Руденко С В.
2	Особливості конструкції і галузей застосування кожухопластинчастих теплообмінних апаратів	На правах рукопису	XVII всеукраїнський конкурс «Молодь - енергетиці України - 2018: відкритий конкурс молодих енергетиків та вчених»	30 стор.	Гавриш А. С Руденко С В
3	Кожухопластинчасті теплообмінні апарати. Частина 1. Конструкція та принцип дії	Друк	XVI- й міжнародній науково-практичній конференції аспірантів, магістрів, студентів «Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики» (24-27 квітня 2018 р)	1 стор.	Гавриш А. С Руденко С В
4	Загальні правила безпеки під час обслуговування тепломеханічного обладнання електростанцій і теплових мереж	Друк	XX- та всеукраїнська науково-методична конференція «Проблеми охорони праці, промислової та цивільної безпеки	5стор	Гавриш А С

Список наукових праць студента Олійника Б. В. усього 4 найменування. Список наведений на 1 сторінці.

Отримав диплом III-ступеня на всеукраїнському конкурсі «Молодь - енергетиці України - 2018: відкритий конкурс молодих енергетиків та вчених»

Автор

Олійник Б. В.

